

## DAFTAR NOTASI

---

A	: Luasan, $m^2$
a	: Angka penentuan group pada metode LAP
a <sub>o</sub>	: Jarak gading lintang
B	: Lebar kapal, m
BHP	: Break Horse Power, hp
b	: Tinggi daun kemudi, m
b <sub>ME</sub>	: Spesific Fuel Oil Consumption, g/kw h
CR	: Gaya pada daun kemudi, m
c	: Lebar daun kemudi, m
D	: Diameter baling - baling, m
d <sub>e</sub>	: Diameter poros propeller, mm
d <sub>a</sub>	: Diameter poros antara, mm
D <sub>t</sub>	: Diameter tongkat kemudi, mm
EHP	: Effective Horse Power, hp
G <sub>a</sub>	: Berat jangkar, kg
g	: Percepatan gravitasi, $m/s^2$
H	: Tinggi kapal, m
h <sub>a</sub>	: Head statis total dari pompa, m
h <sub>l</sub>	: Head losses, m
H <sub>i</sub>	: Head pompa teoritis, m
H <sub>p</sub>	: Head pompa, m
HP	: Daya pompa, m
k	: Indek ruang
LCB	: Letak titik tekan ke atas terhadap midship section
L <sub>pp</sub>	: Length between perpendicular, m
M <sub>N</sub>	: Torsi minimum, kg cm
M <sub>max</sub>	: Torsi maksimum, kg cm
M <sub>cl</sub>	: Torsi pada cable lifter, kg m
M <sub>m</sub>	: Torsi yang dihasilkan oleh poros motor, kg m

N	: Putaran baling - baling, rpm
n <sub>re</sub>	: Banyak pergantian udara, kali/jam
PME	: Power of main engine, kw
p <sub>a</sub>	: Berat per meter rantai jangkar, kg
Q <sub>R</sub>	: Momen torsi, kg m
r	: Faktor refleksi
SHP	: Shaft Horse Power, hp
S <sub>v</sub>	: Volume chain locker, ft <sup>3</sup>
THP	: Thrust Horse Power, hp
T	: Gaya dorong, kg
T <sub>w</sub>	: Gaya tarik pada penggulung capstan, kg
t	: Thrust deduction fraction
U	: Coefficient of Heat Transfer, Btu/hr ft <sup>2</sup> °F
V <sub>s</sub>	: Service speed, knot
V <sub>a</sub>	: Speed of advance, knot
V <sub>fo</sub>	: Volume tangki bahan bakar, m <sup>3</sup>
V <sub>d</sub>	: Kecepatan aliran fluida pada pipa discharge, m/s
V <sub>i</sub>	: Kecepatan aliran fluida pada pipa hisap, m/s
W <sub>SA</sub>	: Luas permukaan basah kapal, m <sup>2</sup>
W <sub>fo</sub>	: Berat bahan bakar, ton
β	: Koefisien midship kapal
γ	: Berat jenis fluida, kg/m <sup>3</sup>
Δ	: Displacement kapal, ton
∇	: Volume displacement kapal, m <sup>3</sup>
η <sub>p</sub>	: Efisiensi propeller, %
η <sub>h</sub>	: Efisiensi hull
ξ <sub>r</sub>	: Koefisien tahanan sisa
ξ <sub>re</sub>	: Spesific residuary resistance coefficient
ξ <sub>fr.s</sub>	: Spesific frictional resistance coefficient
ξ <sub>ts</sub>	: Total spesific resistance
ω	: Wake fraction
σ <sub>o</sub>	: Angka kavitasi

$\mu$	: Parameter bentuk badan kapal
$\phi$	: Koefisien prismatik
$\phi$	: Kuat penerangan, lumen
$\nu$	: Viskositas kinematis , $m^2/s$
$\lambda$	: Koefisien kerugian gesekan
$k$	: Konduktivitas thermal bahan , $BTU/h\ ft^2\ ^\circ F$
$Nu$	: Angka Nusselt
$P$	: Tekanan , mm H <sub>2</sub> O
$Pr$	: Bilangan Prandtl
$Q$	: Jumlah udara yang diperlukan , $m^3/hr$
$q$	: Laju perpindahan panas , $BTU/hr$
$Re$	: Bilangan Reynold
$T_v$	: Suhu permukaan , $^\circ F$
$T_\infty$	: Suhu fluida di lokasi yang ditentukan , $^\circ F$
$V$	: Kecepatan fluida , ft/det
$\mu$	: Viskositas dinamik , lb/ft s
$\nu$	: Viskositas kinematis , $ft^2/s$
$\sigma$	: Konstanta Stefan - Boltzman , $BTU/h\ ft^2\ R^4$
$\epsilon$	: Emisivitas bahan
$\tau$	: Saat penyinaran matahari
$\delta$	: Deklinasi matahari
$\psi$	: Kedudukan garis lintang
$\gamma$	: Berat jenis fluida , $kg^3/m$

## BAB II

### PERHITUNGAN PENGGERAK UTAMA DAN SISTEM PROPULSI

---

#### II.1 Perhitungan Efektif Horse Power

##### DATA KAPAL :

- Nama kapal	: KM "MOBY DICK"
- Jenis kapal	: General Cargo
- LOA	: 90,31 meter
- Panjang Garis air (LWL)	: 86,00 meter
- Panjang antara garis tegak	: 84,31 meter
- Lebar Kapal ditengah (Bmld)	: 14,09 meter
- Tinggi Kapal (Hmld)	: 7,32 meter
- Sarat air kapal (T)	: 6,35 meter
- Kecepatan Kapal (Vs)	: 12 knots
- Radius Pelayaran	: Surabaya - Tokyo ( 3058 mil )

#### 1. Perhitungan volume kapal dari data lines plan

Dengan rumus Simpson didapat :

$$V = 5434,9885 \text{ m}^3$$

maka :

$$C_b = \frac{V}{LWL \cdot B \cdot T} = \frac{5434,9885}{86,00 \cdot 14,09 \cdot 6,35}$$
$$= 0,706$$

#### 2. Perhitungan Koefisien Midship, Koefisien Prismatic dan B/T Kapal

- Dari gambar lines plan, untuk daerah midship didapat luas dengan cara Simpson

$$A_m = 88,0983 \text{ m}^2$$

- Koefisien Midship ( $\beta$ )

$$\beta = \frac{A_m}{B \cdot T} = \frac{88,0983}{14,09 \cdot 6,35} = 0,985$$

- Koefisien Prismatic ( $\varphi$ )

$$\varphi = \frac{C_b}{\beta} = \frac{0,706}{0,985} = 0,716$$

- Perbandingan Lebar dan Sarat Kapal

$$\frac{B}{T} = \frac{14,09}{6,35} = 2,219$$

### 3. Perhitungan letak titik tekan keatas terhadap midship section (LCB)

Menurut Trost :  $>1$

$$\begin{aligned} LCB &= (17,5 \times \varphi - 12,5) \% LPP \\ &= (17,5 \times 0,716 - 12,5) \% LPP \\ &= 0,03 \% LPP \end{aligned}$$

### 4. Perhitungan luas permukaan basah kapal (WSA)

$$\begin{aligned} WSA &= (3,4 \Delta^{1/3} + 0,5 LWL) \Delta^{1/3} \\ WSA &= (3,4 \times 5434,9885^{1/3} + 0,5 \times 86,00) 5434,9886^{1/3} \\ &= 1807,04 \end{aligned}$$

### 5. Perhitungan Spesific Residuary Resistance [ $\zeta_r$ ]

Penentuan group berdasarkan LCB kapal dalam % LPP, dengan bantuan Fig. 3 (Pada lampiran atau persamaan yang ada pada halaman berikut diperoleh Group/Fig mana yang perlu digunakan untuk mencari [  $\zeta_r$  ]

(i) Group A

$$\begin{aligned} a &= 13,46 \cdot \varphi - 8,48 \\ &= 13,46 \cdot 0,716 - 8,48 = 1,157 \end{aligned}$$

(ii) Group B

$$\begin{aligned} a &= 13,46 \cdot \varphi - 8,88 \\ &= 13,46 \cdot 0,716 - 8,88 = 0,757 \end{aligned}$$

(iii) Group C

$$\begin{aligned} a &= 13,46 \cdot \varphi - 9,28 \\ &= 13,46 \cdot 0,716 - 9,28 = 0,357 \end{aligned}$$

(iv) Group D

$$\begin{aligned} a &= 13,46 \cdot \varphi - 9,68 \\ &= 13,46 \cdot 0,716 - 9,68 = - 0,0426 \end{aligned}$$

(v) Group E

$$a = 13,46 \cdot \varphi - 10,08$$

$$= 13,46 \cdot 0,716 - 10,08 = - 0,4426$$

Dari data diatas  $a = 0,03$  berarti terletak diantara Group C dan D.

Untuk mendapatkan nilai  $[\zeta_r]$  yang merupakan fungsi dari  $\varphi$  dan  $\mu$ , digunakan cara interpolasi dari buku Diagram for determining the resistance of single screw ship by Ir A.J.W Lap Fig.7 dan Fig.8, dimana  $\mu$  adalah parameter bentuk badan kapal dalam hubungannya dengan koefisien tahanan kapal

$$\frac{V_s}{\sqrt{\varphi \cdot L_{PP}}} = \frac{12}{\sqrt{0,716 \cdot 84,31}} = 0,7945$$

Dari Group C

$$\text{untuk } \varphi = 0,71 ; \mu = 0,7945 \longrightarrow \zeta_r = 22 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{untuk } \varphi = 0,72 ; \mu = 0,7945 \longrightarrow \zeta_r = 25 \cdot 10^{-3}$$

Jadi untuk data  $\varphi = 0,71 ; \mu = 0,7945$   $[\zeta_r]$  adalah :

$$\begin{aligned} \zeta_r &= 22 \cdot 10^{-3} + \frac{0,716 - 0,71}{0,72 - 0,71} (25 - 22) \cdot 10^{-3} \\ &= 23,8 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

Dari Group D

$$\text{untuk } \varphi = 0,71 ; \mu = 0,7945 \longrightarrow \zeta_r = 24 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{untuk } \varphi = 0,72 ; \mu = 0,7945 \longrightarrow \zeta_r = 26 \cdot 10^{-3}$$

Jadi untuk data  $\varphi = 0,71 ; \mu = 0,7945$   $[\zeta_r]$  adalah :

$$\begin{aligned} \zeta_r &= 24 \cdot 10^{-3} + \frac{0,716 - 0,71}{0,72 - 0,71} (26 - 24) \cdot 10^{-3} \\ &= 25,2 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan interpolasi harga  $[\zeta_r]$  terhadap harga  $a$

Dari group C dengan  $a = 0,357$ ,  $[\zeta_r] = 23,8 \cdot 10^{-3}$

Dari group D dengan  $a = -0,0426$ ,  $[\zeta_r] = 25,2 \cdot 10^{-3}$   
 maka untuk harga  $a = 0,03$  didapat  $[\zeta_r] =$

$$[\zeta_r] = 23,8 \cdot 10^{-3} + \left[ \frac{0,03 + 0,0426}{0,357 + 0,0426} \right] (25,2 \cdot 10^{-3})$$

$$= 28,37 \cdot 10^{-3}$$

Karena gambar tersebut untuk  $B/T = 2,4$ , maka harga  $\zeta_r$  dapat dieliminasi dengan cara :

$$[\zeta_r \text{ kapal}] = [\zeta_r] + \left[ \frac{(B/T) - 2,4}{0,1} \times 0,5 \% \times \zeta_r \right]$$

$$= 28,37 \cdot 10^{-3} + \left[ \frac{2,22 - 2,4}{0,1} \times 0,5 \% \times 28,37 \right]$$

$$= 28,11 \cdot 10^{-3}$$

$$[\zeta_r] = \zeta_r \cdot \text{MSA/WSA}$$

$$= 28,11 \cdot 10^{-3} \times 88,0983/1807,04$$

$$= 1,37044 \cdot 10^{-3}$$

#### 6. Perhitungan Spesific frictional resistance $\zeta_{frs}$

Dengan menggunakan tabel 2 dari buku Ir. A.J.W Lap besarnya  $\zeta_{frs}$  merupakan fungsi dari LPP dan  $V_s$ , untuk :

$$\text{LPP} = 80 \text{ m} ; V_s = 12 \text{ knots, } \longrightarrow 10^3 \zeta_{frs} = 1,710$$

$$\text{LPP} = 100 \text{ m} ; V_s = 12 \text{ knots, } \longrightarrow 10^3 \zeta_{frs} = 1,662$$

Dengan cara interpolasi :

$$\text{LPP} = 84,31 \text{ m} ; V_s = 12 \text{ knots, } \zeta_{frs} \text{ adalah :}$$

$$10^3 \zeta_r = 1,710 - \left[ \frac{84,31 - 80}{100 - 80} \right] (1,710 - 1,662)$$

$$= 1,699$$

$$\zeta_r = 0,001699$$

#### 7. Perhitungan EHP under tank condition in sea water

$$\text{EHP}_1 = \left[ \zeta_{frs} + \zeta_r \right] \times 0.6933 V_s^3 \text{ WSA}$$

$$= \left[ 1,37044 + 1,699 \right] \cdot 10^{-3} \cdot 0,6933 \cdot 6,173^3 \cdot 1807,04$$

$$= 904,559 \text{ HP}$$

### 8. Perhitungan EHP trial condition in sea water

$$\text{EHP}_{tr} = (\zeta_{frs} + \zeta_r + \Sigma \Delta \zeta) \cdot 0,6933 \cdot V_s^3 \cdot WSA$$

dimana :

$\Sigma \Delta \zeta$  terdiri dari :

- a. Roughness all welded hull,  $\Delta \zeta = 0,000350$
- b. Steering Resistance ,  $\Delta \zeta = 0,000040$
- c. Resistance of bilge keel,  $\Delta \zeta = 0,000040$
- d. Air Resistance,  $\Delta \zeta = 0,000080$

$$\Sigma \Delta \zeta = 0,00051$$

$$\text{EHP}_{tr} = (1,699 + 1,37044 + 0,00051) \cdot 0,6933 \cdot 6,173^3 \cdot 1807,04$$

$$= 1054,86 \text{ HP}$$

### 9. Perhitungan EHPs (EHP under service condition in sea water)

$$\text{EHP}_s = R_1 \times \text{EHP}_{tr}$$

dimana :

$$R_1 = 1 + \frac{\text{percentage allowance for service condition}}{100}$$

Untuk Route pelayaran Surabaya - Tokyo termasuk East Asiatic Route maka percentage of  $\text{EHP}_{tr}$  adalah 30%

$$R_1 = 1 + 30\% = 1,3$$

maka :

$$\text{EHP}_s = 1,3 \times 1054,86$$

$$= 1371,32 \text{ HP}$$

## II. 2 Perhitungan Brake Horse Power Motor Induk

Setelah didapat  $\text{EHP}_s$ , kemudian dicari SHP dimana SHP adalah Shaft horse power.



$$SHP = \frac{EHPs}{PC}$$

dimana :

PC adalah propulsion coefficient ( $\eta$ )

$$PC = \eta_h \times \eta_{rr} \times \eta_p$$

$$\eta_h = \text{hull efisient} = \frac{1 - t}{1 - w}$$

dimana :

$t$  = thrust deduction factor =  $k w$

○ Harga  $k$  sebagai berikut :

- Stream rudder  $k = 0,55$  —  $0,70$

- Rudder tipis  $k = 0,5$

- Rudder tebal  $k = 0,7$

dalam hal ini  $k$  diambil harga  $0,65$

○  $w$  adalah wake fraction untuk single screw.

$$w = -0,05 + 0,5 C_b$$

$$= -0,05 + 0,5 \times 0,706 = 0,303$$

$$t = k w = 0,65 \times 0,303$$

$$= 0,197$$

$$\eta_h = \frac{1 - 0,197}{1 - 0,303} = 1,152$$

$\eta_{rr}$  adalah Relative rotative efficiency yang mempunyai harga  $1.02$  —  $1.05$  untuk single screw, dalam hal ini  $\eta_{rr}$  diambil harga  $1,04$

$\eta_p$  adalah Efficiency propeller ( $\eta_p$ ) dalam hal ini diasumsikan  $60\%$ .

$$\begin{aligned} PC &= \eta_h \times \eta_{rr} \times \eta_p \\ &= 1.152 \times 1.04 \times 0.60 \\ &= 0.7188 \end{aligned}$$

$$\text{didapat : } SHP = \frac{EHPs}{PC} = \frac{1371.32}{0.7188} = 1907,79 \text{ HP}$$

Koreksi-koreksi :

- Koreksi karena gesekan poros ( $R_z$ ) yaitu 1.02 — 1.04.

$R_z$  ambil 1.03

- Koreksi karena perbedaan B/T ( $R_b$ ).

Setiap kelebihan B/T = 0.1 koreksi sebesar 0.5% total ship resistance.

B/T kapal = 2,22

B/T standart = 2.4

Karena B/T kapal < B/T standart maka hal ini tidak terdapat koreksi.

- Jadi BHPs =  $R_z \times SHP$   
= 1.03 x 1907,79  
= 1965,023 Hp

### II.3 Pemilihan Motor Penggerak Utama Kapal

Beberapa pertimbangan di dalam pemilihan motor penggerak utama adalah :

#### 1. Daya dan Kecepatan

Daya dan kecepatan yang dapat disediakan oleh mesin, harus sesuai dengan yang dikehendaki melalui hasil perhitungan.

#### 2. Berat dan Dimensi

Berat juga merupakan pertimbangan yang penting, dimana berat mesin induk dipilih yang paling ringan. Demikian juga panjang, lebar dan tinggi dari mesin harus disesuaikan dengan ruangan kamar mesin yang tersedia.

#### 3. Pemakaian bahan bakar

Dipilih mesin dengan Specific Fuel Oil Consumption yang rendah, hal ini berkaitan dengan biaya bahan bakar .

#### 4. Pemakaian minyak lumas

#### 5. Maintenance

Maka motor yang dipilih sebagai penggerak utama adalah :

- Merk : MAN - B&W Diesel
- Type : L - 35 MCE Two stroke
- Bore : 350 mm
- Stroke : 1050 mm
- No.of Cylinder : 4
- Daya : 2440 HP ( MCR ) , 2000 HP ( NCR )
- Putaran : 200 rpm ( MCR ) , 164 rpm ( NCR )
- SFOC MCR : 128 g/BHPH
- LOC : 2 — 3 kg/cyl/24h
- COC : 0.8 g/Kwh ——— 0.6 g/BHPH
- Panjang Motor : 4118 mm
- Lebar Motor : 2810 mm
- Berat motor : 45,4 ton

#### II.4 Perhitungan Propeler

Direncanakan memakai propeller type B-Series dengan  $B_p$ - $\delta$  diagram.

##### 1. Speed advance ( $V_a$ )

$$\begin{aligned} V_a &= (1 - w) V_s \\ &= (1 - 0.303) \times 6,173 \\ &= 4,302 \text{ m/s} = 8,36 \text{ knots} \end{aligned}$$

##### 2. Koreksi power

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{BHP}/R_z \\ &= 2000/1,03 \\ &= 1941,75 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{1.025} \times \frac{75}{75} \times 1941,75 \\ &= 1869,46 \text{ Hp} \end{aligned}$$

##### 3. Koreksi putaran propeller.

Untuk single screw = -2%

$$N = 164 \times 0.98 = 160,72 \text{ Rpm}$$

## 4. Diameter dari propeller.

$$= (0,6 \text{ T s/d } 0,7 \text{ T})$$

$$= (3,81 \text{ s/d } 4,44)$$

$$= (12,5 \text{ ft s/d } 14,58 \text{ ft})$$

5. Power absorption faktor ( $B_p$ )

$$B_p = \frac{N P^{0,5}}{V_a^{2,5}} = \frac{160,72 \times 1869,46^{0,5}}{8,36^{2,5}}$$

$$= 34,388$$

## 6. Data perhitungan propeller :

Type	$\delta$	$0,97 \delta$	$\eta_p$	D	$H_o/D$
B4-40	235	225,04	57,8	3,61	0,65
B4-55	228	218,25	54,5	3,50	0,69
B3-35	250	238,62	60,0	3,84	0,55
B3-50	252	236,68	58,0	3,87	0,58

## 7. Pengecekan kavitasasi :

- Sarat	$T = 6,35 \text{ m}$	
- Tinggi sumbu poros diatas base line	$E = 2,5 \text{ m}$	
		+
	$(T - E) = 3,85 \text{ m}$	
- Tinggi gelombang (diambil $0.75\% L_{pp}$ )	$= 0,629 \text{ m}$	
		+
- Water head diatas sumbu poros	$= 4,479 \text{ m}$	
- Tekanan hidrostatik air laut ( $P_o$ )		
$P_o = 4,479 \times 1,025$	$= 4590,97 \text{ kg/m}^2$	
- Tekanan uap	$= 10100 \text{ kg/m}^2$	
		+
- Tekanan statis pada sumbu poros - e		
	$(P_o - e) = 14690,97 \text{ kg/m}^2$	

8. Angka Kavitasasi ( $\sigma$ )

$$- \text{Angka kavitasasi } (\sigma) = \frac{(P_o - e)}{0,5 \rho V_a^2} = \frac{14690,97}{0,5 \times 104,54 \times 4,302^2} = 15,186$$

Dari diagram kavitasasi (fig.123, Van Lameran) didapat :

$$\frac{S/FP}{P_o - e} = 0.34$$

$$\text{Maka } S/FP = 0.34 \times 14690,97 = 4994,92$$

$$Fa = (\text{Blade area ratio}) \times 0,25 \pi D^2$$

$$Fp' = Fa \times (1,067 - 0,229 Ho/D)$$

$$Va = 12 \text{ knots} = 6,173 \text{ m/dt}$$

Type	Fa	Fp'	Fp
B4-40	4,094	3,758	2,749
B4-55	5,291	4,809	2,59
B3-35	4,053	3,814	2,85
B3-50	5,881	5,495	2,75

## 9. Pemilihan Propeler

Dipilih propeler dengan tipe B 3.35, karena mempunyai efisiensi paling optimum (60%) dan  $FP' > FP$ .

## II.5 Perhitungan Diameter Poros Propeler dan Poros Antara

Dari buku Biro Klasifikasi Indonesia'89 Volume II "Peraturan Konstruksi Lambung", besar diameter poros propeler minimal :

$$d_{min} = F \cdot k \cdot \left[ \frac{P_w}{n \left[ 1 - \frac{d_1}{d_a} \right]^4} \cdot C_w \cdot C_{ew} \right]^{\frac{1}{3}}$$

dimana :

$P_w = 1492 \text{ KW}$ , power yang ditransmisikan oleh poros

$n = 164 \text{ Rpm}$ , putaran poros

$F$  = faktor yang tergantung tipe dan instalasi propulsi,  
untuk poros propeler = 100

$k$  = 1,26 , faktor koreksi untuk poros yang berputar  
dalam minyak atau air laut dan baling-baling di-  
ikat dengan pasak.

$C_w$  = faktor material,  $C_w = 560/R_m + 160$

$R_m = 400 \text{ N/mm}^2$ , kekuatan tarik dari bahan poros

maka :  $C_w = 560/400 + 160 = 1$

$C_{ew} = 1$

$$1 - \left[ \frac{d_1}{d_a} \right]^4 = 1$$

maka :

$$d_{min} = 100 \cdot 1.26 \left[ \frac{1492}{164 \cdot 1} \cdot 1 \cdot 1 \right]^{1/3}$$

$$= 263,034 \text{ mm}$$

Jadi diameter poros yang dipakai untuk motor induk MAN - B&W  
untuk tipe L 35 MCE adalah sebesar 265 mm sesuai dengan  
BKI'89.

Sedangkan untuk diameter poros antaranya :

$$d_{min} = F \cdot k \cdot \left[ \frac{P_w}{n \left[ 1 - \frac{d_1}{d_a} \right]^4} \cdot C_w \cdot C_{ew} \right]^{\frac{1}{3}}$$

dimana :

$P_w = 1492 \text{ KW}$ , power yang ditransmisikan oleh poros

$n = 164 \text{ Rpm}$ , putaran poros

$F$  = faktor yang tergantung tipe dan instalasi propulsi,  
untuk poros propeler = 100

$k$  = 1,00 , faktor koreksi untuk poros yang berputar  
dalam minyak atau air laut dan baling-baling diikat  
dengan pasak.

$C_w$  = faktor material,  $C_w = 560/R_m + 160$

$R_m = 400 \text{ N/mm}^2$ , kekuatan tarik dari bahan poros

maka :  $C_w = 560/400 + 160 = 1$

$C_{ew} = 1$

$$1 - \left[ \frac{d_1}{d_a} \right]^4 = 1$$

maka :

$$d_{\min} = 100 \cdot 1 \left[ \frac{1492}{164 \cdot 1} \cdot 1 \cdot 1 \right]^{1/3}$$
$$= 208,76 \text{ mm}$$

Jadi besarnya poros antara yang direncanakan sesuai dengan BKI'89 adalah sebesar 220 mm.

## **BAB III RENCANA UMUM**

---

### **III.1 Gading-Gading**

#### **III.1.1 Penentuan jarak gading lintang .**

Perhitungan berdasarkan "Rules for the classification and construction of sea going steel ship" Volume II Rules for hull construction. BKI 1989 bab IX.

- Jarak gading normal  $a_0$  (jarak gading-gading lintang) diantara 0,2 L dari haluan sampai kesekat ceruk buritan dihitung dari:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{L}{500} + 0,48 \text{ (m)} \\ &= 0,648 \text{ m , untuk ini diambil 650 mm} \end{aligned}$$

- Jarak gading dari collision bulkhead sampai Forepeak dan dari Afterpeak bulkhead sampai Afterpeak tidak boleh lebih 600 mm.
- Untuk kamar mesin diambil jarak gading = 600 mm.

#### **III.1.2 Jumlah sekat dan rencana peletakannya**

1. Jumlah sekat kedap air bergantung pada panjang kapal dan tidak kurang dari :  
65 m « L « 85 minimal 4 (empat) sekat  
Dalam perencanaan ini dibuat 5 sekat, yaitu :
  - (i) Sekat ceruk buritan (stern tube bulkhead)
  - (ii) Sekat depan Kamar mesin
  - (iii) 2 buah sekat pembagi ruang muat
  - (iv) Sekat tubrukan (collision bulkhead)
2. Sekat tabung buritan (After Peak bulkhead)
  - Untuk kapal dengan tenaga penggerak sendiri, sekat tabung poros diletakan minimal tiga jarak gading dari ujung depan boss  
Dalam hal ini diambil 3 jarak gading, jadi sebesar :  
 $3 \times 600 = 1800 \text{ mm}$
  - Sekat ini harus diteruskan sampai kegeladak lambung timbul atau sampai platform kedap air diatas garis muat.



- Letak sekat tabung buritan ada pada gading nomor 6.

### 3. Sekat depan Kamar Mesin

- Diketahui bahwa sekat tabung buritan ada pada gading nomor 6, maka kamar mesin dimulai pada gading nomor 6 tersebut. Dimana panjang kamar mesin adalah jumlah dari jarak yang disediakan untuk bongkar pasang poros propeler, panjang mesin sendiri, jarak atau tempat yang disediakan untuk outfitting mesin bantu dan perpipaan serta jarak antara sekat dengan bagian depan sterntube. Dalam hal ini diambil panjang kamar mesin sebesar 13.200 mm, maka  $13.200/600 = 22$  frame spacing.
- Jika kamar mesin menggunakan 22 frame spacing, maka letak kamar mesin adalah antara gading nomor 6 s/d 28. Jadi letak sekat depan kamar mesin ada pada gading nomor 28.

### 4. Sekat Tubrukan

- Untuk kapal dengan panjang tidak melebihi 200 m, letak sekat tubrukan tidak boleh kurang dari 0,05 L dari garis tegak depan.  
Jadi minimal =  $0,05 \times 84,31$   
= 4,215 dari FP.
- Semua kapal barang harus mempunyai sekat tubrukan yang letaknya tidak boleh lebih dari 0,08 L dari garis tegak haluan.  
Jadi maksimal =  $0,08 \times 84,31 = 6,745$  dari FP.
- Direncanakan jarak untuk letak sekat tubrukan = 4,46 m dari garis tegak depan.
- Jadi letak sekat tubrukan ada pada gading nomor 125.

### 5. Sekat pembagi ruang muat.

- Perkiraan panjang ruang muat adalah sebagai berikut,  
(84,31 - 3,6 - 13,2 - 4,46) = 63,05 meter.

- Direncanakan panjang ruang muat 63,05 m dibagi 2 sekat sehingga didapat 3 ruang muat, maka  $63.050/650 = 97$  frame spacing.
- Jadi letak sekat pembagi ruang muat pada gading nomor 60 dan nomor 93.

### III.1.3 Penentuan tinggi alas ganda

Tinggi dasar ganda sama dengan tinggi penumpang tengah yang diukur dari sisi atas lunas sampai sisi bawah atas kapal

(h) tidak boleh kurang dari :

$$h = 350 + 45 \times B \text{ (mm)}$$

$$= 350 + (45 \times 14,09) = 984,5, \text{ diambil } 1000 \text{ mm.}$$

### III.2 Susunan anak buah kapal (ABK)

- Deck Departement :
  - Master = 1 orang
  - Chief Officer (Mualim I) = 1 orang
  - Second Officer (Mualim II) = 1 orang
  - Third Officer (Mualim III) = 1 orang
  - Radio Operator (Markonis) = 1 orang
  - Tally Officer = 1 orang
- Deck Crews
  - Boatswain (Kepala Kelasi) = 1 orang
  - Sea Man (Kelasi) = 2 orang
  - Quarter Master (Juru mudi) = 2 orang
- Engine Departement
  - Chief Engineer (KKM) = 1 orang
  - Second Engineer (Masinis I) = 1 orang
  - Third Engineer (Masinis II) = 1 orang
  - Electrician = 2 orang
- Engine Crews
  - Wiper (Pembersih) = 2 orang
  - Engine crew = 3 orang
  - Fire man = 1 orang

- Catering Departemen
    - Chief Cook = 1 orang
    - Assistant Cook = 1 orang
    - Steward (Pelayan) = 1 orang
    - Kadet = 2 orang
- 

Jumlah Total Anak buah kapal = 27 orang

### III.3 Ketentuan tentang ruang akomodasi

Dari crew accomodation ILO 1945

- Tinggi ruang akomodasi 2,3 meter

#### 1. Sleeping Room

- Luas kamar tidur per orang tidak boleh kurang dari 2,78 m<sup>2</sup>.
- Ukuran tempat tidur minimum 190 x 80 cm.
- Jumlah pemakai Sleeping room
- Master, Chief Officer, Chief Engineer, Tally Officer dan Radio Operator, masing-masing kamar tidur untuk 1 orang dilengkapi dengan kamar mandi dan WC.
- Untuk Perwira lain 1 ruang tidur untuk 1 orang, kalau tidak mungkin 2 orang (max) 1 ruang tidur.
- Untuk Bintara, masing-masing satu ruang tidur, tetapi tidak dilengkapi fasilitas WC.
- Untuk kelasi 1 ruang tidur untuk 2 orang atau kalau tidak mungkin 1 ruang tidur untuk 3 orang.

#### 2. Mees Room

- Setiap kapal dilengkapi dengan mess room, yang harus direncanakan untuk seluruh ABK, dimana mess room untuk perwira harus terpisah.
- Harus dilengkapi dengan meja, kursi dan perlengkapan yang bisa menampung ABK dalam waktu bersamaan.

#### 3. Sanitary Accomodation

- Setiap kapal harus dilengkapi dengan sanitary accomodation, termasuk wash basin, bak mandi, shower dan toilet, dimana pemakaiannya disesuaikan dengan kebutuhan.
- Untuk perwira dan radio operator harus disediakan tersendiri.
- Fasilitas sanitary umum :
  - 1 tube dan shower bath max untuk 8 orang
  - 1 wash basin max untuk 6 orang
  - 1 WC max untuk 8 orang

#### 4. Hospital Accomodation

- Untuk kapal dengan jumlah ABK lebih dari 12 orang dan kapal berlayar lebih dari 3 hari, harus dilengkapi dengan klinik khusus untuk pelayanan selama pelayaran.

#### 5. Dry Provision Store

- Gudang tempat penyimpanan makanan kering diletakkan dekat dengan Galley dan Pantry.

#### 6. Galley

- Galley harus diletakkan dekat dengan mess room, bila berjahuan harus ada pantry yang berdekatan dengan mess room. Dan diusahakan terhindar dari asap, debu ataupun bunker hatchway.
- Harus dilengkapi dengan exhaust fan.
- Ukuran Galley minimal  $0,5 \text{ m}^2$  / orang, maka untuk 27 orang diperlukan ruangan minimal  $13,5 \text{ m}^2$ .

#### 7. Cold Store Room

- Meat Room dengan ukuran  $0,17 \text{ m}^2$  per orang, per bulan  
 $= 0,17 \times 27 \times 11/30 = 1,683 \text{ m}^3$   
Luas lantai  $= 1,683/2,3 = 0,73 \text{ m}^2$ .

- Vegetable Room dengan ukuran  $0,113 \text{ m}^3$  per orang, per bulan =  $0,113 \times 27 \times 11/30 = 1.187 \text{ m}^3$   
Luas lantai =  $1,187/2,3 = 0,486 \text{ m}^2$ .

#### 8. Wheel House

- Letak Wheel house harus pada deck teratas sehingga pandangan kearah depan dan samping kapal tidak boleh terganggu, dan pandangan kearah depan harus memotong garis air max 1,25 Lpp.
- Panjang Wheel house dibuat secukupnya, sebagai pedoman dapat diambil :
  - jarak dari dinding ke kompas 900 mm.
  - jarak dari kompas ke kemudi 500 mm.
  - jarak dari kemudi ke dinding belakang 600 mm.
- Flying Bridge dibuat pada sisi pintu samping wheel house dan pandangan dari arah belakang, depan dan samping harus bebas.
- Pintu samping wheel house disebelah kiri dan kanan pada umumnya menggunakan pintu geser.

#### 9. Chart Room

- Diletakkan dibelakang Wheel house
- Antara wheel house dan chart room harus dihubungkan dengan pintu geser.
- Harus dilengkapi dengan meja peta dengan ukuran 1,8 x 1,2 meter.

#### 10. Radio Room

- Terletak setinggi mungkin pada geladak yang paling tinggi dan terlindung dari air dan gangguan cuaca.
- Ruang radio room harus terpisah dengan kegiatan lainnya dan ruang tidur radio operator harus sedekat mungkin dengan radio room.

**11. ESEP Room (Emergency Source of Electrical Power)**

- Esep room diletakan pada deck yang paling atas dan masih mampu menyuplai listrik minimum 3 jam pada saat kritis.

**12. CO<sub>2</sub> Room**

- Berguna untuk menyimpan alat-alat pemadam kebakaran dan tidak boleh berhubungan langsung dengan ruang akomodasi.

**III.4 PERENCANAAN TANGKI****III.4.1 Tangki dasar ganda**

Perencanaan tangki dasar ganda meliputi :

1. Tangki dasar ruang muat
2. Tangki dasar ganda ruang mesin

**1. Perhitungan volume tangki dasar ganda ruang muat.**

Volume tangki dasar ganda ruang muat ditentukan oleh tinggi double bottom. Menurut Biro Klasifikasi Indonesia, volume II "Peraturan Konstruksi Lambung" bab 8, tinggi dari penumpu tengah tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} h &= 350 + 45 \cdot B \text{ (mm)} \\ &= 350 + 45 \cdot 14,09 = 984,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

direncanakan penumpu tengah kapal = 1000 mm

Tangki dasar ganda yang tersedia dibawah ruang muat adalah :

- Tangki dasar ganda dibawah ruang muat I, yaitu antara gading nomor : 28 sampai 60 , dimana terdapat 3 ruang tangki yaitu :
  - Antara gading nomor : 28 sampai 32
  - Antara gading nomor : 34 sampai 49
  - Antara gading nomor : 51 sampai 60
- Tangki dasar ganda dibawah ruang muat II, yaitu antara gading nomor : 60 sampai 93

- Tangki dasar ganda dibawah ruang muat III, yaitu antara gading nomor : 93 sampai 125

a. Volume tangki dasar ganda antara gading no : 28 - 32

gambar

No. gading	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0
28	2,5	3,65	4,05
30	2,9	4	4,45
32	3,3	4,35	4,8

Luas pada tiap-tiap nomor gading adalah :

$$\begin{aligned}
 A_{28} &= 2 \times \frac{1}{3} \times h (WL\ 0,0 + 4 \cdot WL\ 0,5 + WL\ 1,0) \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times 0,5 (2,5 + 4 \cdot 3,65 + 4,05) \\
 &= 7,05\ m^2
 \end{aligned}$$

$$A_{30} = 7,783\ m^2$$

$$A_{32} = 8,5\ m^2$$

Nomor gading	Luas	Simpson	Hasil
28	7,05	1	7,05
30	7,783	4	31,132
32	8,5	1	8,5
$\Sigma A$			53,61

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \frac{1}{3} \times h \times \Sigma A \\
 &= \frac{1}{3} \times 1,3 \times 53,61 \\
 &= 23,23\ m^3
 \end{aligned}$$

Koreksi karena adanya konstruksi = 2%

$$\text{Jadi volume tangki} = 23,23 \times 0,98 = 22,76\ m^3.$$

b. Volume tangki dasar ganda antara gading nomor 34 - 49

Frame	1/2 lebar			Luas	Simps	Hasil
	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0			
34	3,65	4,35	4,8	8,61	1	8,61
39	4,5	5,4	5,9	10,67	3	32,61
44	5,25	6,05	6,4	11,95	3	35,85
49	5,6	6,3	6,65	12,48	1	12,48
					ΣA	89,53

$h$  = jarak antara frame 3,25 meter

$$\text{Volume} = \frac{3}{8} \times 3,25 \times 89,53 \\ = 109,118 \text{ m}^3$$

Koreksi akibat konstruksi double bottom = 2%

$$\text{Volume Tangki} = 109,118 \times 0,98 = 106,93 \text{ m}^3.$$

c. Volume tangki dasar ganda antara gading nomor 51 - 60

Frame	1/2 lebar			Luas	Simps	Hasil
	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0			
51	5,7	6,4	6,7	12,67	1	12,67
54	5,8	6,45	6,7	12,77	3	38,31
57	5,9	6,5	6,75	12,88	3	38,64
60	5,95	6,5	6,8	12,92	1	12,92
					ΣA	102,54

$h$  = jarak antara frame 1,95 meter

$$\text{Volume} = \frac{3}{8} \times 1,95 \times 102,54 = 74,98 \text{ m}^3$$

Koreksi akibat konstruksi double bottom = 2%

$$\text{Volume Tangki} = 74,98 \times 0,98 = 73,48 \text{ m}^3.$$



d. Volume tangki dasar ganda antara gading nomor 60 - 93

Frame	1/2 lebar			Luas	Simps	Hasil
	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0			
60	5,95	6,5	6,8	12,92	1	12,92
63	6,0	6,5	6,8	12,93	4	51,72
66	6,0	6,5	6,8	12,93	2	25,86
69	6,0	6,5	6,8	12,93	4	51,72
72	6,0	6,5	6,8	12,93	2	25,86
75	5,9	6,5	6,8	12,90	4	51,6
78	5,9	6,5	6,8	12,90	2	25,8
81	5,85	6,5	6,8	12,88	4	51,52
84	5,75	6,4	6,8	12,72	2	25,44
87	5,65	6,35	6,7	12,58	4	50,32
90	5,45	6,25	6,6	12,35	1	12,35
					ΣA	416,50

h = jarak antara frame 1,95 meter

Volume =  $\frac{1}{3} \times 1,95 \times 416,50 = 270,728 \text{ m}^3$

Frame	1/2 lebar			Luas	Simps	Hasil
	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0			
90	5,45	6,25	6,6	12,35	1	12,35
91	5,35	6,2	6,55	12,23	3	36,69
92	5,25	6,1	6,5	12,05	3	36,15
93	5,15	6,1	6,5	12,02	1	12,02
					ΣA	97,21

h = jarak antara frame 0,65 meter

Volume =  $\frac{3}{8} \times 0,65 \times 97,71 = 23,69 \text{ m}^3$

Volume antara gading nomor 60 - 93 =  $270,728 + 23,69 = 294,418 \text{ m}^3$ .

Koreksi akibat konstruksi double bottom = 2%

$$\text{Volume Tangki} = 294,418 \times 0,98 = 288,5298 \text{ m}^3.$$

e. Volume tangki dasar ganda antara gading nomor 93 - 125

Frame	1/2 lebar			Luas	Simps	Hasil
	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0			
93	5,15	6,1	6,5	12,02	1	12,02
96	4,9	5,9	6,5	11,67	4	46,68
99	4,45	5,65	6,1	11,05	2	22,10
102	3,95	5,3	5,8	10,32	4	41,28
105	3,4	4,9	5,4	9,47	2	18,94
108	2,8	4,4	4,8	8,40	4	33,6
111	2,15	3,7	4,2	7,05	2	14,1
114	1,5	3,0	3,4	5,63	4	22,52
117	1,0	2,4	2,6	4,40	2	8,80
120	0,65	1,8	2,0	3,28	4	13,12
123	0,3	1,3	1,5	2,33	1	2,33
					ΣA	235,49

h = jarak antara frame 1,95 meter

$$\text{Volume} = 1/3 \times 1,95 \times 235,4 = 153,07 \text{ m}^3$$

Frame	1/2 lebar			Luas	Simps	Hasil
	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0			
123	0,2	1,2	1,35	2,12	1	2,12
124	0,0	1,1	1,2	1,87	4	7,48
125	0,0	0,8	1,0	1,4	1	1,4
					ΣA	11,00

h = jarak antara frame 0,65 meter

$$\text{Volume} = 1/3 \times 0,65 \times 11,00$$

$$= 2,38 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume antara gading nomor 93 - 125} &= 153,07 + 2,38 \\ &= 155,45 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Koreksi akibat konstruksi double bottom = 2%

Volume Tangki =  $155,45 \times 0,98 = 152,34 \text{ m}^3$ .

2. Volume tangki dasar ganda ruang mesin (frame no. 6 - 28)

Frame	1/2 lebar				Luas	Simps	Hasil
	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0	WL 1,5			
6	0,05	0,1	0,2	0,35	0,488	1	0,488
11	0,15	0,4	0,7	0,9	1,63	4	6,52
16	0,50	1,3	1,65	1,9	4,22	2	8,44
21	1,2	2,3	2,65	2,9	7,1	4	28,40
26	2,1	3,2	3,7	4,0	10,05	1	10,5
						ΣA	54,35

h = jarak antara frame 3 meter

Volume =  $1/3 \times 3 \times 54,35 = 54,35 \text{ m}^3$

Volume tangki dasar ganda ruang mesin (frame no. 26 - 28)

Frame	1/2 lebar				Luas	Simps	Hasil
	WL 0,0	WL 0,5	WL 1,0	WL 1,5			
26	2,1	3,2	3,7	4,0	10,05	1	10,05
27	2,3	3,4	3,85	4,15	5,29	4	21,16
28	2,5	3,65	4,05	4,3	4,05	1	4,05
						ΣA	35,26

h = jarak antara frame 0,6 meter

Volume =  $1/3 \times 0,63 \times 35,26 = 7,052 \text{ m}^3$

Jadi Volume tangki dasar ganda ruang mesin =  $54,35 + 7,05$   
 $= 61,902 \text{ m}^3$

Koreksi akibat konstruksi double bottom = 2%

Volume Tangki =  $61,902 \times 0,98 = 60,17 \text{ m}^3$ .

III.4.2 TANGKI CERUK

Tangki ceruk pada kapal terdiri dari : tangki ceruk haluan dan tangki ceruk buritan. Tangki ceruk haluan dimulai dari sekat tubrukan sampai ujung haluan kapal. Sedangkan tangki ceruk buritan diantara sekat belakang kamar mesin sampai ujung buritan kapal.

1. Tangki ceruk haluan

Tangki ceruk haluan terletak diantara stasion 18 sampai ujung depan haluan kapal dengan ketinggian sampai upper deck dan dikurangi oleh chain locker yang masuk kedalam tangki ceruk haluan.

ST	setengah lebar						
	WL 0,0	WL 1,0	WL 2,0	WL 3,0	WL 4,0	WL 5,0	WL 6,0
1	0,0	1,0	1,25	1,4	1,55	1,65	1,8
2	0,0	0,6	0,85	1,0	1,1	1,25	1,45
3	0,0	0,0	0,25	0,55	0,7	0,85	1,15
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7

ST	1/2 lebar			Luas	Simps	Hasil
	WL 7,0	WL 8,0	WL 9,0			
1	2,1	2,4	2,6	29.14	1	29,14
2	1,6	2,0	2,2	21,975	3	65,93
3	1,4	1,55	1,8	14,54	3	43,77
4	0,95	1,15	1,3	7,65	1	7,65
					ΣA	146,48

$h = \text{jarak pembagian} = 1 \text{ meter}$   
 $\text{Volume} = \frac{3}{8} \times 1 \times 146,48 = 54,93 \text{ m}^3.$

ST	setengah lebar						
	WL 0,0	WL 1,0	WL 2,0	WL 3,0	WL 4,0	WL 5,0	WL 6,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

ST	1/2 lebar			Luas	Simps	Hasil
	WL 7,0	WL 8,0	WL 9,0			
4	0,95	1,15	1,3	7,65	1	7,65
5	0,0	0,6	0,85	1,99	4	7,96
6	0,35	0,0	0,0	0,79	1	0,79
					ΣA	16,4

$h$  = jarak pembagian = 1 meter

Volume =  $\frac{1}{3} \times 1 \times 16,4 = 5,46 \text{ m}^3$ .

Volume keseluruhan =  $54,931 + 5,46 = 60,391$

- Volume Tangki Chain Locker

Panjang rantai untuk 1 jangkar = 220 meter

Panjang rantai untuk 2 jangkar = 420 meter = 240 fathoms

Diameter sengkang untuk jangkar haluan = 46 mm

$V_{CL} = 0,75 \times L_{rt} \times (d_{rt})^2$

dimana :

$L_{rt}$  = panjang rantai dalam fathom = 240 fathom

$d_{rt}$  = diameter rantai dalam inch = 1,811 inch

$V_{CL} = 0,75 \times 240 \times (1,811)^2$

$= 590,35 \text{ ft}^3 = 16,72 \text{ m}^3$

Ketinggian chain locker pada bagian atas diberi kelebihan ketinggian sebesar 1,5 meter.

Bagian bawah ada bak lumpur setinggi 400 mm dan dilapisi semen.

Rencana Chain Locker :

$V = \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \text{Tebal}$

$$= 4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$$

$$= 20 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volume tangki ceruk haluan} = 60,391 - 20 = 40,391 \text{ m}^3.$$

Koreksi akibat konstruksi = 2 %

$$\text{Jadi Volume tangki ceruk haluan} = 40,391 \times 0,98$$

$$= 39,58 \text{ m}^3.$$

## 2. Tangki Ceruk Buritan

Tangki ceruk buritan terletak antara sekat belakang kamar mesin dan ujung butitan kapal.

Luas I

NO. Frame	WL 4	WL 5	WL 6	WL 7	WL Upper
3	0,2	1,0	2,3	3,4	4,0
4	0,6	1,4	2,6	3,7	4,5
5	0,9	1,85	2,9	3,9	4,4
6	1,2	2,1	3,1	4,2	4,6

Luas pada tiap-tiap no. gading

$$A_3 = 2 \times 1/3 (0,2 + (4 \times 1) + (2 \times 2,3) + (4 \times 3,4) + 4)$$

$$= 17,6 \text{ m}^2$$

$$A_4 = 20,23 \text{ m}^2$$

$$A_5 = 22,73 \text{ m}^2$$

$$A_6 = 24,8 \text{ m}^2$$

Nomor gading	Luas	Simpson	Hasil
3	17,60	1	17,60
4	20,23	3	60,69
5	22,73	3	68,19
6	24,8	1	24,8
$\Sigma A$			193,92

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 3/8 \times h \times \Sigma A \\
 &= 3/8 \times 0,6 \times 193,92 \\
 &= 43,632 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Koreksi karena adanya konstruksi = 2%

$$\text{Jadi volume tangki} = 43,63 \times 0,98 = 42,76 \text{ m}^3.$$

Luas II

NO. Frame	WL 5	WL 6	WL 7	WL Upper
0	0,0	1,1	2,5	3,3
1	0,0	1,6	2,9	3,6
2	0,6	2,0	3,2	3,8
3	1,0	2,3	3,4	4,0

Luas pada tiap-tiap no. gading

$$\begin{aligned}
 A_0 &= 2 \times 3/8 \times 1 \times ((1 \times 0) + (3 \times 1,1) + (3 \times 2,5) + (1 \times 3,3)) \\
 &= 10,575 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$A_1 = 12,825 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 15 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 16,575 \text{ m}^2$$

Nomor gading	Luas	Simpson	Hasil
0	10,575	1	10,575
1	12,825	3	38,475
2	15,000	3	45,000
3	16,575	1	16,575
$\Sigma A$			110,62

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 3/8 \times h \times \Sigma A \\
 &= 3/8 \times 0,6 \times 110,62 \\
 &= 24,890 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Koreksi karena adanya konstruksi = 4%

$$\text{Jadi volume tangki} = 24,89 \times 0,96 = 23,89 \text{ m}^3.$$

Luas III

NO. ST	WL 6,35	WL 7,35	WL Upper
1	0	1,7	2,2
1,5	0	1,75	2,35
2	0	1,9	2,5
3	0,5	2	2,65
4	1	2,4	2,9
5	1,4	2,6	3,1
6	1,7	2,8	3,3

Luas pada tiap-tiap no. station

$A_1 = 2 \times \frac{1}{3} (0 + (4 \times 1,7) + 2,2)$   
 $= 6 \text{ m}^2$

$A_{1,5} = 6,23 \text{ m}^2$

$A_2 = 6,73 \text{ m}^2$

$A_3 = 7,43 \text{ m}^2$

$A_4 = 9,00 \text{ m}^2$

$A_5 = 9,93 \text{ m}^2$

$A_6 = 10,8 \text{ m}^2$

Nomor Station	Luas	Simpson	Hasil
1	10,575	0,5	3,000
1,5	12,825	2	12,460
2	15,000	1,5	10,095
3	12,825	4	29,720
4	15,000	2	18,000
5	16,575	4	39,720
6	16,575	1	10,800
$\Sigma A$			138,795

$\text{Volume} = \frac{1}{3} \times h \times \Sigma A$   
 $= \frac{1}{3} \times 0,5 \times 138,975$   
 $= 23,132 \text{ m}^3$



Koreksi karena adanya konstruksi = 2%

Jadi volume tangki =  $23,13 \times 0,98 = 22,68 \text{ m}^3$ .

Luas IV

NO. ST	WL 5,35	WL 5,85	WL 6,35
1	0	0	0,5
2	0	0,4	1
3	0	0,85	1,45
4	0	1	1,75

Luas pada tiap-tiap no. station

$$A_1 = 2 \times \frac{1}{3} \times 0,5 \times (1,0 + (4 \times 0) + 0,5) \\ = 0,1666 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,867 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 1,616 \text{ m}^2$$

$$A_4 = 1,91 \text{ m}^2$$

Nomor Station	Luas	Simpson	Hasil
1	0,1666	1	0,1666
2	0,867	3	0,8670
3	1,616	3	4,8480
4	1,91	1	1,9100
$\Sigma A$			9,5256

$$\text{Volume} = \frac{3}{8} \times h \times \Sigma A \\ = \frac{3}{8} \times 0,5 \times 9,5256 \\ = 1,786 \text{ m}^3$$

Koreksi karena adanya konstruksi = 2%

Jadi volume tangki =  $1,786 \times 0,98 = 1,75 \text{ m}^3$ .

Jadi Volume keseluruhan Tangki Ceruk Buritan :

$$= V_I + V_{II} + V_{III} + V_{IV} \\ = 42,76 + 23,89 + 22,66 + 1,75 \\ = 91,06 \text{ m}^3$$

## BAB IV PERHITUNGAN KAPASITAS TANGKI

---

Beberapa tangki harus disediakan untuk berlangsungnya pelayaran kapal ; antara lain : tangki untuk keperluan main engine dan auxiliary engine, untuk keperluan akomodasi. Tangki tersebut meliputi :

1. Tangki bahan bakar
2. Tangki minyak pelumas
3. Tangki air tawar
4. Tangki air ballast

### IV.1. Kapasitas Tangki Bahan Bakar

Dari buku "Lectures on Ship Design and Ship Theory" oleh H. Poehls, berat bahan bakar dapat dicari dengan rumus dibawah ini.

#### 1. Heavy Fuel Oil (HFO) Storage Tank

##### a. Berat bahan Bakar HFO :

$$W_{fo} = BHP \times SFOC \times \frac{S}{V_s} \times 10^{-6} \times (1,3 - 1,5) \quad \text{ton}$$

dimana :

BHP = 2000 Hp, Brake Horse Power

SFOC = 128 gr/BHP.h, specific fuel oil consumption

S = 3058 mil laut, radius pelayaran Surabaya-Tokyo

$V_s$  = 12 knots, kecepatan kapal

Dalam hal ini penambahan bahan bakar yang dibutuhkan diambil sebesar 1,4 maka :

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 2000 \times 128 \times \frac{3058}{12} \times 10^{-6} \times 1,4 \\ &= 91,33 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### b. Volume Tangki

$$V = W_{fo} / \gamma_o$$

dimana :

$\gamma_o = 0,95 \text{ ton/m}^3$ , berat jenis bahan bakar HFO

maka :

$$\begin{aligned} V &= 91,33/0,95 \\ &= 96,14 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Penambahan volume bahan bakar :

- a. 1% karena adanya konstruksi
- b. 2% untuk ekspansi

Maka total volume bahan bakar yang dibutuhkan selama pelayaran :

$$\begin{aligned} V_{HFO} &= 96,14 \times 1,03 \\ &= 99,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume tangki yang cocok dengan kebutuhan ini adalah pada tangki double bottom dibawah ruang muat I antara gading nomor 34 - 49 yang mempunyai volume 109,118 m<sup>3</sup>.

Kelebihan volume tangki ini dimaksudkan untuk ekspansi bahan bakar.

## 2. Kapasitas settling tank untuk bahan bakar HFO :

$$Q_{HFO} = \frac{P \times SFOC \times 10^{-6} \times \text{jam isi}}{\gamma_{HFO}}$$

dimana :

P = 2000 Hp, daya motor induk

SFOC = 128 gr/BHP, specific fuel oil consumption

jam isi = 16 jam, periodik jam pengisian tangki

$\gamma_{HFO}$  = 0,95 ton/m<sup>3</sup>

Maka :

$$\begin{aligned} Q_{HFO} &= \frac{2000 \times 128 \times 10^{-6} \times 16}{0,95} \\ &= 4,31 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi Tangki : 2 x 1,1 x 2 m (4,8 m<sup>3</sup>)

## 3. Kapasitas service tank untuk bahan bakar HFO :

$$Q_{HFO} = \frac{P \times SFOC \times 10^{-6} \times \text{jam isi}}{\gamma_{HFO}}$$

dimana :

$P = 2000 \text{ Hp}$ , daya motor induk  
 $SFOC = 128 \text{ gr/BHP.h}$ , specific fuel oil consumption  
 jam isi = 8 jam, periodik jam pengisian tangki  
 $\gamma_{HFO} = 0,95 \text{ ton/m}^3$   
 Maka :

$$\begin{aligned}
 Q_{HFO} &= \frac{2000 \times 128 \times 10^{-6} \times 16}{0,95} \\
 &= 2,16 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dimensi Tangki :  $1 \times 1,1 \times 2 \text{ m}$  ( $2,4 \text{ m}^3$ )

4. Jumlah bahan bakar Diesel Oil (DO) untuk main engine dan auxiliary engine.

a. Berat bahan bakar DO :

$$W_{fo} = P_{ME} \times BME \times \frac{S}{V_s} \times 10^{-6} \times (1,3 - 1,5) \quad \text{ton}$$

dimana :

$P_{ME} = 187 \text{ kw}$ , Brake Horse Power

$BME = 202 \text{ gr/KW.h}$ , specific fuel oil consumption

$S = 3058 \text{ mil laut}$ , radius pelayaran Surabaya-Tokyo

$V_s = 12 \text{ knots}$ , kecepatan kapal

Dalam hal ini penambahan bahan bakar yang dibutuhkan diambil sebesar 1,4 maka :

$$\begin{aligned}
 W_{do} &= 187 \times 202 \times \frac{3058}{12} \times 10^{-6} \times 1,4 \\
 &= 13,47 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Volume Tangki

$$V_{do} = W_{do} / \gamma_o$$

dimana :

$\gamma_o = 0,85 \text{ ton/m}^3$ , berat jenis bahan bakar DO

Maka :

$$\begin{aligned}
 V &= 13,47 / 0,85 \\
 &= 15,85 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$V = W_{do} / \gamma_o$$

dimana :

$$\gamma_o = 0,85 \text{ ton/m}^3$$

maka :

$$\begin{aligned} V &= 15,85/0,85 \\ &= 18,64 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Penambahan volume bahan bakar :

1. 1% karena adanya konstruksi
2. 2% untuk ekspansi

Maka volume bahan bakar DO yang dibutuhkan selama pelayaran :

$$\begin{aligned} V_{DO} &= 18,64 \times 1,03 \\ &= 19,19 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume tangki yang cocok dengan kebutuhan ini adalah pada tangki double bottom dibawah ruang muat I antara gading nomor 28 - 32 yang mempunyai volume 22,76 m<sup>3</sup>.

Kelebihan volume tangki ini dimaksudkan untuk ekspansi bahan bakar.

#### 5. Kapasitas Settling tank untuk bahan bakar DO

$$Q_{DO} = \frac{P \times \text{SFOC} \times 10^{-6} \times \text{jam isi}}{\gamma_{DO}}$$

dimana :

P = 360 Hp, daya motor induk

SFOC = 208 gr/BHP, specific fuel oil consumption

jam isi = 16 jam, periodik jam pengisian tangki

$\gamma_{DO}$  = 0,85 ton/m<sup>3</sup>

Maka :

$$\begin{aligned} Q_{DO} &= \frac{360 \times 208 \times 10^{-6} \times 16}{0,85} \\ &= 1,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi Tangki : 1 x 1 x 2 m (2 m<sup>3</sup>)

#### 6. Kapasitas service tank untuk bahan bakar DO :

$$Q_{DO} = \frac{P \times \text{SFOC} \times 10^{-6} \times \text{jam isi}}{\gamma_{DO}}$$

dimana :

P = 360 Hp, daya motor induk

SFOC = 208 gr/BHP.h, specific fuel oil consumption

jam isi = 8 jam, periodik jam pengisian tangki

$\gamma_{DO}$  = 0,85 ton/m<sup>3</sup>

Maka :

$$Q_{DO} = \frac{3600 \times 208 \times 10^{-6} \times 8}{0,85}$$

$$= 0,7 \text{ m}^3$$

Dimensi Tangki : 0,5 x 1 x 2 m (1 m<sup>3</sup>)

7. Volume tangki-tangki lainnya :

- HFO drain tank : 0,1 m<sup>3</sup> (0,8 x 0,5 x 0,25 m)

- DO drain tank : 0,1 m<sup>3</sup> (0,8 x 0,5 x 0,25 m)

#### IV.2 Volume Tangki Minyak Pelumas

1. Sump tank untuk main engine

a. Berat minyak pelumas

$$W_{LO} = P_{ME} \times B_{ME} \times \frac{S}{V_s} \times 10^{-6} \times (1,3 - 1,5) \quad \text{ton}$$

dimana :

P<sub>ME</sub> = 1800 kw, Brake Horse Power

B<sub>ME</sub> = 1,1 gr/KW.h

S = 3058 mil laut, radius pelayaran Surabaya-Tokyo

V<sub>s</sub> = 12 knots, kecepatan kapal

$$W_{LO} = 1800 \times 1,1 \times \frac{3058}{12} \times 10^{-6} \times 1,4$$

$$= 0,7 \text{ ton}$$

b. Volume Tangki

$$V_{LO} = W_{LO} / \gamma_o$$

dimana :

$\gamma_o$  = 0,9 ton/m<sup>3</sup>, berat jenis bahan bakar DO

Maka :

$$V = 0,7 / 0,9$$

$$= 0,78 \text{ m}^3$$

Diadakan penambahan 4 % mengingat adanya koreksi untuk double bottom, penguapan dan sebagai cadangan, maka :

$$V_{lo} = 1,04 \times 0,78 = 0,81 \text{ m}^3$$

Dari brosur mesin diisyaratkan  $V_{lo} = 3,3 \text{ m}^3$

## 2. Cylinder oil service tank

### a. Berat minyak pelumas

$$W_{lo} = P_{ME} \times COC \times \frac{S}{V_s} \times 10^{-6} \times (1,3 - 1,5) \quad \text{ton}$$

$$= 1800 \times 0,8 \times \frac{3058}{12} \times 10^{-6} \times 1,4$$

$$= 0,51 \text{ ton}$$

### b. Volume Tangki

$$V_{do} = W_{do} / \gamma_o$$

dimana :

$$\gamma_o = 0,9 \text{ ton/m}^3$$

Maka :

$$V = 0,51 / 0,9$$

$$= 0,57 \text{ m}^3$$

Ditambah 20% sebagai cadangan, maka :

$$V_{lo} = 1,2 \times 0,57 = 0,684 \text{ m}^3$$

Dimensi Tangki :  $1 \times 0,7 \times 1 \text{ m}$

## 3. Sump Tank untuk generator engine

$$V_{lo} = 38 \text{ liter}$$

$$= 0,038 \text{ m}^3$$

## 4. Volume Tangki-tangki lainnya :

- Camshaft LO Tank	: $0,2 \text{ m}^3$	( $0,8 \times 0,5 \times 0,5 \text{ m}$ )
- Lube oil Tank	: $0,3 \text{ m}^3$	( $0,8 \times 0,5 \times 0,75 \text{ m}$ )
- Stern Tube LO Tank	: $0,1 \text{ m}^3$	( $0,5 \times 0,5 \times 0,4 \text{ m}$ )
- LO Drain Tank	: $0,1 \text{ m}^3$	( $0,8 \times 0,5 \times 0,25 \text{ m}$ )
- Sludge Tank	: $0,1 \text{ m}^3$	( $0,8 \times 0,5 \times 0,25 \text{ m}$ )
- Stern Tube LO Sump	: $0,1 \text{ m}^3$	( $0,8 \times 0,5 \times 0,25 \text{ m}$ )

## IV.2. Kapasitas Tangki Air Tawar

## 1. Kebutuhan air tawar untuk makan dan minum.

$$W_{wd} = Z_c \cdot \frac{R}{V_s \cdot 24} \cdot C_{wd}$$

dimana :

 $Z_c$  = 27 Orang, jumlah crew kapal

 $R$  = 6116 mil, radius pelayaran Surabaya - Tokyo pulang pergi

 $V_s$  = 12 knot, kecepatan kapal

 $C_{wd}$  = 15 kg, kebutuhan air untuk minum (10 - 20 kg/orang/hari)

maka :

$$\begin{aligned} W_{wd} &= 27 \times \frac{6116}{12 \cdot 24} \times 0,015 \\ &= 8,6 \text{ ton} \end{aligned}$$

Lama bongkar muat diperkirakan 4 hari, maka air minum yang dibutuhkan selama bongkar muat :

$$= 4 \times 0,015 \times 27 = 1,62 \text{ ton}$$

Jadi kebutuhan total air tawar untuk minum :

$$= 8,6 + 1,62 = 10,22 \text{ ton.}$$

## 2. Kebutuhan air tawar untuk cuci dan mandi.

$$W_{vw} = Z_c \cdot \frac{R}{V_s \cdot 24} \cdot C_{vw}$$

dimana :

 $Z_c$  = 27 Orang, jumlah crew kapal

 $R$  = 6116 mil laut, radius pelayaran Surabaya - Tokyo pulang pergi

 $V_s$  = 12 knot, kecepatan kapal

 $C_{vw}$  = 100 kg, kebutuhan air untuk cuci dan mandi (60 - 200 kg/orang/hari)

maka :

$$\begin{aligned} W_{wd} &= 27 \times \frac{6116}{12 \cdot 24} \times 0,1 \\ &= 57,34 \end{aligned}$$



Lama bongkar muat diperkirakan 4 hari, maka air cuci dan mandi dibutuhkan selama bongkar muat =  $4 \times 0,1 \times 27 = 10,8$  ton. Jadi kebutuhan total air tawar untuk cuci dan mandi =  $57,34 + 10,8 = 68,14$  ton.

3. Kebutuhan air tawar untuk keperluan memasak.

$$W_{fvc} = Z_c \times \frac{R}{V_s \cdot 24} \times C_{fvc}$$

dimana :

$Z_c$  = 27 Orang, jumlah crew kapal

$R$  = 6116 mil laut, radius pelayaran Surabaya - Tokyo pulang pergi

$V_s$  = 12 knot, kecepatan kapal

$C_{fvc}$  = 4 kg, kebutuhan air untuk memasak (3 - 4 kg/orang/hari)

maka :

$$\begin{aligned} W_{fvd} &= 27 \times \frac{6118}{12 \cdot 24} \times 0,004 \\ &= 2,29 \text{ ton} \end{aligned}$$

Lama bongkar muat diperkirakan 4 hari, maka air memasak yang dibutuhkan selama bongkar muat =  $4 \times 0,004 \times 27 = 0,432$  ton. Jadi kebutuhan total air tawar untuk memasak =  $2,29 + 0,432 = 2,722$  ton.

4. Kebutuhan air tawar untuk penambah Water jaket ME dan AE.

$$W_{fuj} = BHP \cdot c$$

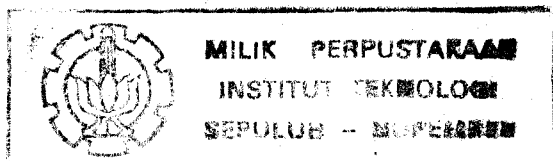
dimana :

BHP = 2000 Hp, Brake Horse Power

$c$  = 4 gr/BHP.h, kebutuhan air tawar penambah water jaket ME dan AE (2 - 5 gr/BHP.jam)

Maka :

$$\begin{aligned} W_{fuj} &= 2000 \cdot 4 \\ &= 8000 \text{ gr/jam} \end{aligned}$$



Jika lama pelayaran pulang pergi adalah  $6118 \text{ mil}/12 = 509,66$  jam sedangkan lama bongkar muat = 96 jam, maka kebutuhan air tawar untuk pendingin mesin adalah :

$$\begin{aligned} W_{fwj} &= 0,008 \cdot (509,66 + 96) \\ &= 4,84 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### 5. Volume tangki air tawar.

Total kebutuhan air tawar :

$$\begin{aligned} W_{fw} &= 10,22 + 68,14 + 2,722 + 4,84 \\ &= 85,922 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$V = W_{fw} / \gamma_{at} \text{ m}^3$$

dimana :

$$\gamma_{at} = 1000 \text{ kg/m}^3, \text{ berat jenis air tawar}$$

maka :

$$\begin{aligned} V &= 85922/1000 \\ &= 85,922 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume tangki yang cocok dengan kebutuhan ini adalah pada tangki ceruk buritan dimana mempunyai kapasitas  $86,06 \text{ m}^3$ .

Volume freshwater expansion tank untuk main engine =  $0,5 \text{ m}^3$   
dimana dimensinya (1 x 0,5 x 1 m)

#### IV.4. Kapasitas Tangki Air Ballast

Jumlah air ballast yang dibutuhkan antara 10% sampai 17% dari Displacemen, dalam hal ini diambil 10% dari Displacemen kapal.

1 Berat air ballast :

$$W_b = 10\% \cdot \Delta$$

dimana :

$$\Delta = 5570,86 \text{ ton, displacemen kapal}$$

maka :

$$\begin{aligned} W_b &= 0,1 \cdot 5570,86 \\ &= 557,086 \text{ ton} \end{aligned}$$

## 2. Volume tangki air ballast :

$$V = W_b / \gamma_{al}$$

dimana :

$$\gamma_{al} = 1,025 \text{ ton/m}^3, \text{ berat jenis air laut}$$

maka :

$$V = 557,086 / 1,025$$

$$= 543,5 \text{ m}^3$$

Tangki-tangki untuk penempatan air ballast yang sesuai adalah :

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1. Tangki ceruk haluan                                 | = 39,58 m <sup>3</sup>   |
| 2. Tangki double bottom antara gading nomor<br>51 - 59 | = 73,48 m <sup>3</sup>   |
| 3. Tangki double bottom ruang muat II                  | = 288,418 m <sup>3</sup> |
| 4. Tangki double bottom ruang muat III                 | = 152,34 m <sup>3</sup>  |

---

$$\text{Total} = 553,819 \text{ m}^3$$

## BAB V PERMESINAN GELADAK

---

Pada kapal General Cargo terdapat permesinan geladak yang terdiri dari :

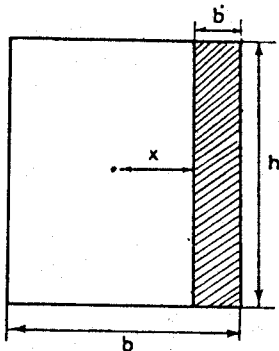
1. Mesin Kemudi (Steering Gear)
2. Mesin Jangkar (Windlass)
3. Mesin Tambat (Capstan)
4. Mesin Sekoci (Boat Winches)
5. Mesin Bongkar Muat (Cargo Winches)

### V.1 Mesin Kemudi

1. Luas permukaan daun kemudi

$$A = \frac{T \times L_{pp}}{100} \times \left[ 1 + 25 \times (B/L_{pp})^2 \right] \dots (m^2) > 1$$
$$= 9,09 \text{ m}^2$$

- Dimensi daun kemudi



Dari buku Van Lamerent dimensi daun kemudi untuk kapal single crew dan kemudi balansir

$$\frac{h}{b} = 1,8$$

$$\text{Karena } A = b \times h \longrightarrow A = b \times 1,8 \quad b = 1,8 \quad b^2$$

$$\text{Lebar daun kemudi} \longrightarrow b = [A/1,8]^{0,5} = 2,2472$$

Tinggi kemudi  $\longrightarrow h = 1,8 \quad b = 4,04$ , hal ini memenuhi syarat karena kurang dari 0,7  $T = 4,445 \text{ m}$ .

- Luas bagian yang dibalansir

$$A' = 25 \% A$$

$$= 25 \% \times 9,09 = 2,27 \text{ m}^2$$

$$b' = A'/h = 2,27/4,04 = 0,562 \text{ m, diambil } 0,6 \text{ m}$$

- Titik berat terhadap sambu poros

$$x = b/2 - b'$$

$$= 2,247/2 - 0,6$$

$$= 0,52 \text{ meter.}$$

## 2. Gaya pada daun kemudi

$$C_r = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot 132 \cdot A \cdot v_o^2 \cdot X_t \dots (\text{Newton})^{>2}$$

dimana :

-  $X_1$  adalah koefisien yang tergantung nilai A

$$= (A + 2)/3, \text{ dimana } A_{\text{max}} = 2$$

$$A = h^2/At$$

dimana :  $h$  = tinggi kemudi

$$At = A + \text{luas tanduk}$$

$$= (4,04)^2/9,09 = 1,79, \text{ diambil } 1,8 \text{ meter.}$$

$$X_1 = (1,8 + 2)/3 = 1,267$$

-  $X_2$  adalah koefisien tipe kemudi, diambil 1,1  $\longrightarrow$  (NACA profile)

-  $X_3$  adalah koefisien letak kemudi, diambil 1,15 (untuk letak dibelakang propeler nozzle.

-  $X_t$  adalah koefisien dalam keadaan normal, diambil 1,0

$$C_r = 1,267 \cdot 1,1 \cdot 1,15 \cdot 132 \cdot 9,09 \cdot 12^2 \cdot 1$$

$$= 276,928 \text{ KN.}$$

## 3. Momen Torsi

$$Q_R = C_R \cdot r$$

$$\text{dimana : } r = c (\alpha - kb)$$

$$\text{dimana : } c = \text{lebar kemudi} = 2,247 \text{ m}$$

$$\alpha = 0,33$$

$$kb = \text{faktor balance}$$

$$= A'/A = 2,27/9,09$$

$$= 0,25$$

$$Q_R = 276,928 (2,247 \cdot (0,33 - 0,25))$$

$$= 49,78 \text{ KNm}$$

## 4. Diameter Tongkat Kemudi

$$Dt = 4,2 \sqrt[3]{\frac{Q_R}{K_r}}$$

$$\text{dimana : } Q_R = \text{momen torsi pada kemudi} = 49,78 \text{ KNm}$$

$$K_r = \text{faktor material}$$

$$K_r = (ReH/235)^{0,75} = 1,36$$

$$Dt = 4,2 \sqrt[3]{\frac{49,78}{1,36}}$$

$$= 139,45 \text{ mm, diambil } 140 \text{ mm}$$

## 5. Perhitungan tenaga penggerak mesin kemudi

$$\text{Torsi minimum (Tmin)} = 60 \times Dt^3$$

$$= 164640 \text{ kg.cm}$$

$$\text{Torsi maksimum (Tmaks)} = 1,5 \times (Tmin/0,95)$$

$$= 259957,89 \text{ kg.cm}$$

Daya poros mesin kemudi :

$$Nm = \frac{Tmaks}{2148,6 \times \eta_{sg}} \times \frac{\alpha^\circ}{\tau} \quad (Hp) > 3$$

$$\text{dimana : } \alpha^\circ = \text{sudut putar daun kemudi} = 35^\circ$$

$$\tau = \text{waktu putar daun kemudi} = 30 \text{ detik}$$

$\eta_{sg}$  = efisiensi steering gear (0,1 ; 0,35)  
diambil 0,15

maka :

$$Nm = \frac{259,5789}{2148,6 \times 0,15} \times \frac{35}{30} \quad (\text{Hp})$$

$$= 9,41 \text{ Hp} = 7,02 \text{ KW.}$$

## V.2 Perlengkapan Bersandar dan Berlabuh

### V.2.1 Jangkar dan perlengkapannya

- Angka penunjuk

$$Z = V^{2/3} + 2 h.B + A/10 > 4$$

dimana :

$$V = \text{Displacement kapal} = \text{LWL} \times \text{Bmld} \times T \times C_b \times \gamma \times c$$

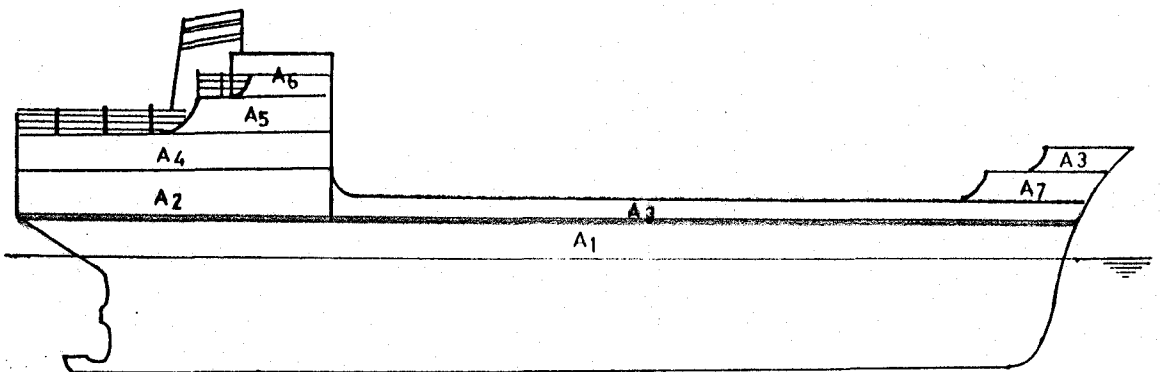
$$= 6420,823 \text{ Ton.}$$

$h$  = Tinggi efektif diukur dari garis muat sampai puncak teratas rumah geladak.

$$= (\text{freeboard} - \text{sarat}) + (\text{tinggi bangunan atas})$$

$$= (7,6 - 6,35) + (4 \times 2,3) = 10,45 \text{ meter.}$$

$A$  = Luas proyeksi lambung kapal bangunan atas, rumah geladak, diatas garis muat musim panas dalam batas panjang  $L$  dan sampai tinggi  $h$ ,  $m^2$ .



gambar

$$\begin{aligned}
 A_1 &= (44 \times 1,4) + (42 \times 1,4) + (13,5 \times 0,6) = 128,5 \text{ m}^2 \\
 A_2 &= (24,6 \times 2,3) \dots\dots\dots = 56,7 \text{ m}^2 \\
 A_3 &= (56,5 \times 1) + (6 \times 1) \dots\dots\dots = 62,5 \text{ m}^2 \\
 A_4 &= (21 \times 2,3) \dots\dots\dots = 48,3 \text{ m}^2 \\
 A_5 &= (9 \times 2,3) \dots\dots\dots = 20,7 \text{ m}^2 \\
 A_6 &= (8 \times 2,3) \dots\dots\dots = 18,4 \text{ m}^2 \\
 A_7 &= (5,5 \times 1,5) \dots\dots\dots = 8,25 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

---


$$\Sigma A = 343,35 \text{ m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned}
 Z &= (6450,823)^{2,3} + 2 \cdot 10,45 \cdot 14,09 + (343,35/10) \\
 &= 675,348
 \end{aligned}$$

Dengan angka penunjuk tersebut, maka ditentukan jangkar dan perlengkapannya berdasarkan tabel 18.2 BKI'89 didapat :

- Jangkar
  - Jumlah jangkar = 3 buah (1 buah cadangan)
  - Berat 1 jangkar = 2100 kg
- Rantai jangkar
  - Panjang rantai jangkar = 440 meter
  - Diameter rantai jangkar = 46 mm
- Tali tarik
  - Panjang = 190 m
  - Beban putus = 405 KN = 41400 kg
- Tali tambat
  - Jumlah = 4
  - Panjang = 160 m
  - Beban putus = 160 KN = 13000 kg

### V.2.2 Perhitungan daya Windlass

1. Gaya tarik untuk mengangkat 2 buah jangkar adalah

$$T_{cl} = 2,35 \times (G_a + P_a \times L_a) \text{ kg} \quad >5$$

dimana :

$G_a$  = berat jangkar, kg = 2100 kg



$L_a$  = panjang rantai jangkar yang menggantung, m  
 = 90 m

$P_a$  = berat rantai jangkar per meter, kg

dimana :  $P_a = 0,0218 \times d_c^2$  (untuk stud link)

$d_c$  = diameter rantai jangkar, mm  
 = 46 mm

$P_a = 0,0218 \times 46^2 = 46,13$  kg

$T_{cl} = 2,35 \times [2100 + (46,13 \times 90)]$

= 14691,495 kg

## 2. Torsi pada kabel lifter

$$M_{cl} = \frac{T_{cl} \times D_{cl}}{2 \times \eta_{cl}} > 6$$

dimana :

$D_{cl}$  = Diameter efektif kabel lifter

= 0,0136 . D

= 0,0136 . 46 = 0,6256

$\eta_{cl}$  = Effisiensi kabel lifter (0,9 — 0,92), diambil  
 0,91

maka :

$$M_{cl} = \frac{14691,495 \times 0,6256}{2 \times 0,91} = 5049,90 \text{ kg}$$

## 3. Torsi yang dihasilkan pada poros motor

$$M_m = \frac{M_{cl}}{i_a \cdot \eta_a} > 7$$

dimana :

$i_a$  = perbandingan putaran poros motor windlass dengan  
 putaran kabel lifter =  $n_m/n_{cl}$

Untuk windlass yang digerakkan listrik

$n_m$  = putaran motor = 1200 rpm , (720 — 1550)

$$n_{cl} = \frac{60 \cdot V_a}{0,04 \cdot d_c}$$

dimana :  $V_a = 0,15$  detik, kecepatan tarik rantai  
jangkar <sup>>8</sup>

$d_c = 46$  mm, diameter rantai jangkar

$$\text{maka : } n_{cl} = \frac{60 \cdot 0,15}{0,04 \cdot 0,46} = 4,89 \text{ rpm}$$

$\eta_a$  = efisiensi peralatan, bila menggunakan spur gear  
(0,7 — 0,85), diambil 0,75

$$i_a = 1200/4,89 = 245,398$$

maka :

$$M_M = \frac{5049,90}{245,398 \cdot 0,75} = 27,44 \text{ kg.m}$$

#### 4. Daya motor penggerak windlass

$$N_e = \frac{M_M \cdot N_M}{716,2} \text{ Hp}$$

dimana :

$N_M$  = putaran motor untuk elektrik (720 — 1550),  
diambil 1200 rpm

maka :

$$N_e = \frac{27,44 \cdot 1200}{716,2} = 45,97 \text{ Hp} = 34,298 \text{ KW}$$

#### V.2.3 Perhitungan Mesin tambat (Capstan)

Berdasarkan Marine Auxiliary Machinery and System, by :  
Khetagurof, Chapter 5

1. Dari perhitungan sebelumnya didapat  $Z = 675,348$  ;  
dengan memperhatikan tabel 2a, diperoleh :

\* Tali tambat :

- Jumlah : 4 buah
- Panjang : 160 m
- Beban putus : 13000 kg

\* Dipilih tali tambat dari bahan nylon, dengan spesifikasi :

- Diameter : 32,5 mm
- Berat : 70 kg/100 m
- Beban putus : 14428 kg

## 2. Gaya tarik pada penggulung Capstan

$$Tw = Rbr / 6 \text{ kg}$$

dimana :

Rbr = beban putus tali tambat = 14428 kg

maka :

$$Tw = 14428 / 6 = 2404,67 \text{ kg}$$

## 3. Putaran pada poros penggulung

$$Nw = 19,1 \frac{Vw}{Dw + dw}$$

dimana :

Vw = kecepatan tarik dari capstan, untuk kapasitas  
3 Ton

$$= 0,25 \text{ m/dt (dari tabel 58)}$$

dw = 0,0325 mm, diameter tali tambat

Dw = Diameter penggulung tali

$$= (5 - 8) dw$$

$$= 6 \cdot dw = 6 \cdot 0,0325$$

$$= 0,195 \text{ m}$$

maka :

$$Nw = 19,1 \frac{0,25}{0,195 + 0,0325}$$

$$= 20,98 \text{ rpm}$$

## 4. Torsi pada penggulung

$$Mm = \frac{Tw \times (Dw + dw)}{2 \times iw \times \eta w}$$

dimana :

$i_v$  = gearing ratio between the warping shaft and the shaft of the motive unit =  $n_m/N_w$

dimana :

$n_m$  = kecepatan motor penggerak dari tabel 61

untuk elektrik capstan,  $n_m = 800 - 1450$  rpm

$$i_v = 1000/20,98 = 47,66$$

$\eta_w$  = efisiensi transmisi = 0,9

maka :

$$M_M = \frac{2404,67 \cdot (0,195 + 0,0325)}{2 \times 47,66 \times 0,9}$$

$$= 6,37 \text{ kgm}$$

#### 4. Daya motor Capstan

$$N_e = \frac{M_M \cdot N_M}{716,2} \text{ Hp}$$

$$N_e = \frac{6,37 \cdot 1000}{716,2}$$

$$= 8,89 \text{ Hp} = 6,63 \text{ KW}$$

#### V.2.4 Perhitungan Mesin sekoci (Boat Winches)

##### 1. Dipergunakan sekoci dengan standart JIS 2802 - 1980

dimana mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- L x B x D : 7,32 x 2,40 x 1,00
- Jumlah crew max : 30 orang
- Free board : 0,46 m
- Capacity : 11,59 m<sup>3</sup>
- Bahan : Kayu
- Berat sekoci : 1730 kg
- Berat mesin : 620 kg
- Berat perlengkapan : 200 kg
- Berat penumpang : 2250 kg
- Berat penuh : 4970 kg

## 2. Dewa - Dewi (Davit)

Untuk life boat 2,4 m dipakai dewa-dewi melengkung dengan sistim menuang dari Roland type RAC 5a

Ukuran :

a = 3380 mm	e = 600 mm
b = 300 mm	f = 420 mm
c = 1400 mm	g = 950 mm
d = 1150 mm	h = 3800 mm

Berat tiap bagian = 1015 kg

Kapasitas angkut = 5250 kg

## 3. Berat dari alat penurun sekoci :

$$Q_f = 0,05 \cdot (Q_b + Q_p) \quad \text{kg}$$

dimana :

$Q_b$  = berat sekoci + berat perlengkapan = 2550 kg

$Q_p$  = berat orang = 2250 kg

maka :

$$\begin{aligned} Q_f &= 0,05 \cdot (2550 + 2250) \\ &= 240 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 3. Tegangan maksimum dari tali penurun sekoci di winch head

$$T_{\max} = \frac{0,5 \cdot (Q_b + 1,1 Q_p) + Q_f}{m \cdot \eta_f \cdot \eta_r \cdot \eta_s^a}$$

dimana :

\*  $m$  = jumlah total block pada alat penurun sekoci  
= 6

$$* \eta_f = \frac{1 \cdot (e^m - 1)}{m \cdot e^m \cdot (1,05 - 1)}$$

$e = 1,04 - 1,06$  ( steel wire rope )

$$\begin{aligned} \eta_f &= \frac{1 \cdot (1,05^6 - 1)}{6 \cdot 1,05^6 \cdot (1,05 - 1)} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

\*  $\eta_r$  = efisiensi dari davit guide roller = 0,9

\*  $\eta_s$  = efisiensi dari snatch block = 0,9

\* a = jumlah maksimum dari davit guide roller dan winch head = 4

maka :

$$T_{\max} = \frac{0,5 \cdot (2550 + 1,1 \cdot 2250) + 240}{6 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,9^4}$$

$$= 913,99 \text{ kg}$$

4. Tegangan minimum dari ujung tali :

$$T_{\min} = \frac{0,5 \cdot (Q_b + 0,9 Q_p) + Q_f}{m \cdot \eta_f \cdot \eta_r \cdot \eta_s^c}$$

dimana :

c = jumlah minimum block = 3

maka :

$$T_{\min} = \frac{0,5 \cdot (2550 + 0,9 \cdot 2250) + 240}{6 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,9^3}$$

$$= 755,35 \text{ kg}$$

5. Daya motor penggerak :

$$N_e = \frac{(T_{\max} + T_{\min}) \times V_b}{75 \times \eta_{bw}}$$

dimana :

$V_b$  = kecepatan menurunkan sekoci = 0,15 m/s

$\eta_{bw}$  = efisiensi boat winches = 0,5

maka :

$$N_e = \frac{(913,99 + 755,35) \cdot 0,15}{75 \cdot 0,5}$$

$$= 6,67 \text{ HP} = 4,98 \text{ KW}$$

### V.3 Mesin Bongkar Muat ( Cargo Winch )

Direncanakan terdapat 3 buah cargo hold, dimana masing-

masing dilayani 1 buah crane. Beban maksimum yang dapat diangkat : 7500 kg.

1. Konstruksi Tiang Mast dan derrick boom

$\theta$  = sudut elevasi boom, untuk beban kurang dari 10 Ton =  $15^\circ$

$\alpha$  = sudut terhadap lambung kapal  $60^\circ$

R = jarak keluar lambung kapal = 5 m

bt = jarak tiang mast dari tepi kapal = 5 m

- Panjang efektif dari boom :

$$\begin{aligned} L_b &= (R + bt) / \sin \alpha \\ &= (5 + 5) / \sin 60^\circ \\ &= 11,55 \text{ m} \end{aligned}$$

- Panjang tiang mast :

$$\begin{aligned} H &= 0,7 \times L_b \\ &= 0,7 \times 11,55 = 8,083 \text{ (direncanakan 9 m)} \end{aligned}$$

Menurut buku "Practical Ship Building" by ING J.P DE. HAAN untuk beban 8 ton, ukuran panjang boom adalah :

- $L_b$  = 12 meter
- D = 241 meter
- Tebal pelat = 6,5 mm
- Berat = 433 kg

2. Tenaga penggerak cargo winch :

Dalam 1 unit cargo winch terdapat 3 electric motor yang digunakan untuk :

- a. Mengangkat muatan
- b. Naik turun dari derrick boom ( Topping )
- c. Gerakan ke kiri dan ke kanan dari derrick boom

a. Untuk mengangkat muatan :

$$N_e = \frac{1,07^n \cdot W \cdot V}{4500}$$

dimana :

$$n = \text{jumlah block} = 2$$

$$W = \text{berat muatan} = 7500 \text{ kg}$$

$$V = \text{kecepatan angkat dari cargo winch} = 20 \text{ m/mnt}$$

maka :

$$\begin{aligned} N_e &= \frac{1,07^2 \cdot 7500 \cdot 20}{4500} \\ &= 38,16 \text{ hp} = 28,47 \text{ KW} \end{aligned}$$

b. Untuk naik dan turun dari derrick boom :

$$W = \text{berat muatan} + \text{berat boom}$$

$$= 7500 + 433 = 7933 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} N_e &= \frac{1,07^2 \cdot 7933 \cdot 20}{4500} \\ &= 40,37 \text{ hp} = 30,11 \text{ KW} \end{aligned}$$

c. Untuk gerakan ke kiri dan kanan dari derick boom

Gaya yang dibutuhkan sampai  $60^\circ$  dari lambung kapal

$$= 7933 \cdot \cos 60^\circ = 3966,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} N_e &= \frac{1,07^2 \cdot 3966,5 \cdot 20}{4500} \\ &= 20,18 = 15,05 \text{ KW} \end{aligned}$$

Jadi total daya untuk satu unit cargo winch :

$$\begin{aligned} N &= 28,47 + 30,11 + 15,05 \\ &= 73,63 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$\text{Untuk tiga unit : } 3 \times 73,63 = 220,89 \text{ KW}$$



## BAB VI SISTEM YANG MELAYANI MOTOR

---

### VI.1 Sistem Udara Start

Perlengkapan dari sistem udara start di kapal antara lain adalah :

1. Botol angin utama
2. Botol angin bantu untuk emergency
3. Kompresor udara utama
4. Kompresor udara bantu

Udara tekan ini di kapal , juga digunakan untuk : pemberian sea chest, keperluan di bengkel kerja ( work shop ), membunyikan horn, serta keperluan lainnya.

Sistem udara start untuk main engine terdiri dari : main starting valve, non return valve, dan starting air distributor.

Udara start ( 30 bar ) disupply dari starting air receiver. Sebelum masuk ke main engine, melalui reduction valve tekanan diturunkan menjadi 7 bar.

#### 1. Tabung udara utama

Berdasarkan BKI Volume II " Peraturan Konstruksi Mesin " BAB II :

Kapasitas total udara start yang diperlukan untuk 12 kali kali start adalah :

$$J = a \times \left[ \frac{H}{D} \right]^{1,3} \times ( z + b \cdot p_{me} \cdot n_a + 0,9 ) \times V_h \times c \times d$$

dimana :

- a dan b = konstanta  
untuk mesin 2 tak  $\longrightarrow a = 0,771 ; b = 0,058$
- H = langkah torak = 1050 mm = 105 cm
- Z = jumlah silinder = 4
- D = garis tengah silinder mesin = 350 mm = 35 cm
- $p_{me}$  = tekanan kerja efektif dalam silinder

$$= 14,8 \text{ bar} = 15,092 \text{ kg/cm}^2$$

- $n_a = 0,06 n_N + 14 = 0,06 \cdot 164 + 14 = 23,84$
- $V_h$  = volume langkah torak satu silinder  

$$= \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot L = \frac{\pi}{4} \cdot (35)^2 \cdot 105 = 101,021 \text{ l}$$
- $c = 1$  ; untuk kapal berbaling -baling satu dengan satu mesin dihubungkan langsung ke baling - baling.
- $d = 1$  ; untuk  $p = 30 \text{ kg/cm}^2$

maka :

$$J = 0,771 \cdot \left[ \frac{105}{35} \right]^{1/3} (4 + 0,058 \cdot 15,092 \cdot 23,84 + 0,9) \cdot 101,021 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 1908,44 \text{ liter} = 1,908 \text{ m}^3$$

Data dari Tabung udara utama :

- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas pertabung : 1000 liter
- Diameter : 1000 mm
- Panjang ( L ) :

$$L = \frac{4 V}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 1,0}{\pi \cdot (1)^2} = 1,27 \text{ m}$$

Tabung udara bantu

Berdasarkan " Machinery Outfitting Design Manual ", by Iwao Koizumi

- Kapasitas udara harus cukup untuk 6 kali start genset
- Kapasitas udara = 500 - 200 liter

Data Tabung udara bantu :

- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 125 liter (  $0,125 \text{ m}^3$  )
- Diameter : 400 mm
- Panjang ( L ) :

$$L = \frac{4 V}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,125}{\pi (0,4)^2} = 0,995 \text{ m}$$

## 3. Kompresor udara utama :

- Dipakai : vertikal two stage compresor
- Penggerak electric motor
- Jumlah : 2 buah

## a. Kapasitas kompresor :

$$Q = 1,7 \times J (P - 9)$$

dimana :

J = kapasitas dari botol udara = 2000 liter

P = tekanan kerja maksimum dalam botol

$$= 30 \text{ bar} = 30 \cdot 1,02 = 30,6 \text{ kg/cm}^2$$

maka :

$$Q = 1,7 \times 2000 (30,6 - 9)$$

$$= 73440 \text{ liter / jam}$$

$$= 73,44 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

## b. Daya kompresor :

Berdasarkan " Pompa dan Kompresor ", Sularso dan Haruo T

$$Ne = \frac{m \cdot k}{k - 1} \times \frac{Ps \cdot Q}{0,75 \cdot 6120} \left[ \left[ \frac{Pd}{Ps} \right]^{\frac{k - 1}{m \cdot k}} - 1 \right]$$

dimana :

m = jumlah tingkat kompresi = 2

k = 1,4

Ps = tekanan isap tingkat pertama

$$= 1,013 \text{ bar} = 1,013 \times 10200 = 10332,6 \text{ kg/m}^2$$

Q = kapasitas kompresor

$$= 73,44 \text{ m}^3 / \text{jam} = 1,224 \text{ m}^3 / \text{menit}$$

Pd = tekanan discharge

$$= 30 \text{ bar} = 306000 \text{ kg/m}^2$$

maka :

$$Ne = \frac{2 \times 1,4}{1,4 - 1} \times \frac{10332,6 \times 1,224}{0,75 \times 6120} \left[ \left[ \frac{306000}{10332,6} \right]^{\frac{1,4 - 1}{2 \cdot 1,4}} - 1 \right]$$

$$= 12,0 \text{ kw}$$

Kompresor yang dipakai :

Merk : Hatlapa  
 Type : W - 80  
 Kapasitas : 80 m<sup>3</sup>/hr  
 Daya : 17,3 kw  
 Putaran : 1450 rpm  
 Berat : 230 kg

#### 4. Kompresor udara darurat

- Dipakai : vertikal single stage kompresor
- Penggerak : hand operate

### VI.2 Sistim Bahan Bakar

Ada beberapa macam pompa pada sistim bahan bakar, yaitu transfer pump, supply pump. Transfer pump digunakan untuk memindahkan bahan bakar dari storage tank ke selting tank. Sedangkan supply pump digunakan untuk memenuhi kebutuhan mesin. Head pompa dihitung berdasarkan buku " Pompa dan Kompresor "; karangan : Sularso, Haruo Tahara ; hal 27 :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g}$$

dimana :

$h_a$  = head statis total, m

$\Delta h_p$  = perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan cairan, m

$h_l$  = berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dan lain - lain.

$V_d$  = kecepatan aliran rata -rata pada saluran discharge, m/s

$V_s$  = kecepatan aliran rata -rata pada saluran hisap, m/s

$g$  = percepatan gravitasi = 9,8 m/s<sup>2</sup>

## 1. H.F.O Transfer Pump

- Penggerak : electric motor
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 5 m<sup>3</sup>/h
- Head statis total : h<sub>st</sub> = 5,5 m
- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 2 \text{ bar}$$

$$\Delta h_p = \frac{2 \cdot 10200}{\gamma}$$

dimana :

$$\gamma = \text{berat jenis fluida} = 950 \text{ kg/m}^3$$

maka :

$$\Delta h_p = \frac{2 \cdot 10200}{950} = 21,47 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

$$\text{Diameter pipa} \longrightarrow d = 65 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2} \\ &= \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,065)^2} = 0,42 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

$$\text{Diameter pipa} \longrightarrow d = 50 \text{ mm}$$

$$V_s = \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,05)^2} = 0,71 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\begin{aligned} \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g} &= \frac{(0,71)^2 - (0,42)^2}{2 \cdot 9,8} \\ &= 0,017 \text{ m} \end{aligned}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

Bilangan Reynold (  $Re$  ) :

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

dimana :

$$\nu = \text{viskositas kinematis} = 0,000194 \text{ m}^2/\text{s}$$

maka :

$$Re = \frac{0,42 \cdot 0,065}{0,000194} = 140,72$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{140,72} = 0,46$$

$$hl_1 = \lambda \left[ \frac{l}{d} \right] \left[ \frac{v^2}{2 \cdot g} \right]$$

dimana :

$\lambda$  = koefisien kerugian gesek

$l$  = panjang pipa, ( m ) diperkirakan  $l = 29,5 \text{ m}$

$d$  = diameter pipa

maka :

$$hl_1 = 0,46 \left[ \frac{29,5}{0,065} \right] \left[ \frac{0,42^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 1,87 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 3 sambungan T

$$k = 3 \times 1,8$$

- 6 elbow  $90^\circ$

$$k = 6 \times 0,9$$

---


$$\text{total } k = 10,8$$

$$hl_2 = 10,80 \cdot \left[ \frac{0,42^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :  
diperkirakan  $l = 5,5 \text{ m}$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,42 \cdot 0,05}{0,000194} = 108,25$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{108,25} = 0,59$$

$$hl_3 = 0,59 \left[ \frac{5,5}{0,05} \right] \left[ \frac{0,71^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 1,7 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 3 elbow  $90^\circ$   $k = 3 \times 0,9$
- 1 globe valve  $k = 1 \times 10$

$$\text{total } k = 12,7$$

$$hl_4 = 12,7 \cdot \left[ \frac{0,71^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,33 \text{ m}$$

$$\text{Jadi : } hl = hl_1 + hl_2 + hl_3 + hl_4$$

$$= 1,87 + 0,1 + 1,7 + 0,33$$

$$= 4,0 \text{ m}$$

- Total head :

$$H = h_a + \Delta h_p + hl + \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g}$$

$$= 5,5 + 21,47 + 4,0 + 0,017$$

$$= 30,987 \text{ m}$$

$$H = \frac{30,987 \cdot 950}{10^4} = 2,95 \text{ kg/cm}^2$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta}$$

dimana :

Q = kapasitas pompa, m<sup>3</sup>/jam

γ = berat jenis fluida, kg/m<sup>3</sup>

H = head total, m

η = efisiensi = 0,85 - 0,95

maka :

$$N = \frac{5 \cdot 950 \cdot 30,987}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,5 \text{ kw}$$

$$N = 0,5 + ( 100 \% \cdot 0,5 )$$

$$= 1 \text{ kw}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa

Type : ALG - 40 ( Rotary Gear, Horizontal double helical )

Kapasitas : 5 m<sup>3</sup>/hr

Head : 3 kg/cm<sup>2</sup>

Daya : 1,5 kw

Putaran : 1200 rpm

Berat : 48 kg

## 2. D.O Transfer Pump

- Penggerak : electric motor

- Jumlah : 1 buah

- Kapasitas : 5 m<sup>3</sup>/h

- Head statis total : ha = 5,5 m

- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 2 \text{ bar}$$



$$\Delta h_p = \frac{2 \cdot 10200}{850} = 24 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa ———>  $d = 65 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,065)^2} = 0,42 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa ———>  $d = 50 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,05)^2} = 0,71 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = \frac{(0,71)^2 - (0,42)^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$= 0,017 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 10 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,42 \cdot 0,065}{0,000026} = 1050$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1050} = 0,061$$

$$h_{l1} = 0,61 \left[ \frac{10}{0,065} \right] \left[ \frac{0,42^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,84 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 5 elbow 90°	k = 5 x 0,9
- 1 sambungan T	k = 1 x 1,8
	total k = 7,2

$$hl_2 = 7,2 \cdot \left[ \frac{0,42^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,06 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan l = 6 m

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,71 \cdot 0,05}{0,000026} = 1365,39$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1365,39} = 0,05$$

$$hl_3 = 0,05 \left[ \frac{6}{0,05} \right] \left[ \frac{0,71^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,15 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 3 elbow 90°	k = 3 x 0,9
- 1 globe valve	k = 1 x 10
	total k = 12,7

$$hl_4 = 12,7 \cdot \left[ \frac{0,71^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,33 \text{ m}$$

$$\text{Jadi : } hl = hl_1 + hl_2 + hl_3 + hl_4$$

$$= 0,84 + 0,06 + 0,15 + 0,33$$

$$= 1,38 \text{ m}$$

- Total head :

$$\begin{aligned}
 H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \\
 &= 5,5 + 24 + 1,38 + 0,017 \\
 &= 30,897 \text{ m} \\
 H &= \frac{30,897 \cdot 850}{10^4} = 2,62 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\
 &= \frac{5 \cdot 850 \cdot 30,897}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,45 \text{ kw} \\
 N &= 0,45 + (100 \% \cdot 0,45) \\
 &= 0,9 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
 Type : ALG - 40 ( Rotary Gear, Horizontal double helical )  
 Kapasitas :  $5 \text{ m}^3/\text{hr}$   
 Head :  $3 \text{ kg/cm}^2$   
 Daya : 1,5 kw  
 Putaran : 1200 rpm

### 3. F.O Supply Pump

- Penggerak : electric motor
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas :  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$
- Head statis total :  $h_a = 3,5 \text{ m}$
- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 4 \text{ bar}$$

$$\Delta h_p = \frac{4 \cdot 10200}{950} = 42,95 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa ———>  $d = 15 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{0,5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,015)^2} = 0,79 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa ———>  $d = 15 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{0,5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,015)^2} = 0,79 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 4 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,79 \cdot 0,015}{0,000194} = 61,08$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{61,08} = 1,05$$

$$h_{l1} = 1,05 \left[ \frac{4}{0,015} \right] \left[ \frac{0,79^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 8,9 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 1 sambungan T

$$k = 1 \times 1,8$$

- 4 elbow  $90^\circ$

$$k = 4 \times 0,9$$

- 1 globe valve

$$k = 1 \times 10$$

$$\text{total } k = 15,4$$

$$h_{l2} = 15,4 \cdot \left[ \frac{0,79^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,49 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 3 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,79 \cdot 0,015}{0,000194} = 61,08$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{61,08} = 1,05$$

$$h_{l3} = 1,05 \left[ \frac{3}{0,015} \right] \left[ \frac{0,79^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 6,68 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 1 sambungan T

$$k = 1 \times 1,8$$

- 4 elbow  $90^\circ$

$$k = 4 \times 0,9$$

- 1 non return valve

$$k = 1 \times 2,5$$

$$\text{total } k = 7,9$$

$$h_{l4} = 7,9 \cdot \left[ \frac{0,79^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Jadi : } h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4}$$

$$= 8,9 + 0,49 + 6,68 + 0,25$$

$$= 16,32 \text{ m}$$

- Total head :

$$\begin{aligned}
 H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \\
 &= 3,5 + 42,95 + 16,32 + 0 \\
 &= 62,77 \text{ m} \\
 H &= \frac{62,77 \cdot 950}{10^4} = 5,96 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Daya yang diperlukan pompa :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\
 &= \frac{0,5 \cdot 950 \cdot 62,77}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,1 \text{ kw} \\
 N &= 0,1 + (100 \% \cdot 0,1) \\
 &= 0,2 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
 Type : TLG - 2 ( Rotary Gear, Horizontal trochoid )  
 Kapasitas :  $0,5 \text{ m}^3/\text{hr}$   
 Head :  $6 \text{ kg/cm}^2$   
 Daya :  $0,2 \text{ kw}$   
 Putaran :  $1200 \text{ rpm}$   
 Berat :  $19 \text{ kg}$

#### 4. F.O Circulating Pump

- Penggerak : electric motor
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas :  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$
- Head statis total :  $h_a = 3,5 \text{ m}$
- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 6 \text{ bar}$$

$$\Delta h_p = \frac{6 \cdot 10200}{950} = 64,42 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa ———>  $d = 32 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{1,5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,032)^2} = 0,52 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa ———>  $d = 32 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{0,5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,032)^2} = 0,52 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 5 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,52 \cdot 0,032}{0,000194} = 85,77$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{85,77} = 0,77$$

$$h_{f1} = 0,77 \left[ \frac{5}{0,032} \right] \left[ \frac{0,52^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 1,65 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 1 sambungan T  $k = 1 \times 1,8$
- 3 elbow  $90^\circ$   $k = 3 \times 0,9$

- 1 globe valve

$$k = 1 \times 10$$

---


$$\text{total } k = 14,5$$

$$h_{l2} = 14,5 \cdot \left[ \frac{0,52^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 11 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,52 \cdot 0,032}{0,000194} = 85,77$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{85,77} = 0,77$$

$$h_{l3} = 0,77 \left[ \frac{11}{0,032} \right] \left[ \frac{0,52^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 3,65 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 1 sambungan T  $k = 1 \times 1,8$
- 5 elbow  $90^\circ$   $k = 5 \times 0,9$
- 1 non return valve  $k = 1 \times 2,5$

---


$$\text{total } k = 8,8$$

$$h_{l4} = 8,8 \cdot \left[ \frac{0,52^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,121 \text{ m}$$

$$\text{Jadi : } h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4}$$

$$= 1,65 + 0,2 + 3,65 + 0,121$$

$$= 5,621 \text{ m}$$

- Total head :



$$\begin{aligned}
 H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \\
 &= 3,5 + 64,42 + 5,621 + 0 \\
 &= 73,541 \text{ m} \\
 H &= \frac{73,541 \cdot 950}{10^4} = 6,98 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\
 &= \frac{1,5 \cdot 950 \cdot 73,541}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,35 \text{ kw} \\
 N &= 0,35 + (100 \% \cdot 0,35) \\
 &= 0,7 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
 Type : TLG - 3 ( Rotary Gear, Horizontal trochoid )  
 Kapasitas :  $1,5 \text{ m}^3/\text{hr}$   
 Head :  $7 \text{ kg/cm}^2$   
 Daya :  $0,75 \text{ kw}$   
 Putaran :  $1200 \text{ rpm}$   
 Berat :  $34 \text{ kg}$

#### 4. HFO Purifier

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,20 \text{ l/BHP h} \cdot \text{BHP} \\
 &= 0,20 \cdot 2440 \\
 &= 488 \text{ l / h}
 \end{aligned}$$

Purifier yang dipakai :

Merk : Westfalia  
 Type : OSC 4/3  
 Kapasitas :  $1450 \text{ l / h}$   
 Daya :  $3 \text{ kw}$  ( with pump )  
 Head :  $0,4 \text{ bar}$  (gear pump),  $1 \text{ bar}$  (centripetal pump)

## 5. DO Purifier

$$Q = V \cdot 1/T \cdot 10^3$$

dimana :

V = kapasitas diesel oil selting tank = 2 m<sup>3</sup>

T = purification time = 2 jam

maka :

$$Q = 2 \cdot 1/2 \cdot 10^3 = 1000 \text{ l/h}$$

Purifier yang dipakai :

Merk : Westfalia

Type : OSC 4/3

Kapasitas : 1450 l /h

Daya : 3 kw ( with pump )

Head : 0,4 bar (gear pump), 1 bar (centripetal pump)

## VI.3 Sistem Pelumasan

## 1. Main Lub Oil Pump

- Penggerak : electric motor

- Jumlah : 2 buah ( 1 standby )

- Kapasitas : 65 m<sup>3</sup>/h ( brosur mesin )

- Head statis total : h<sub>a</sub> = 4 m

- Head karena perbedaan tekanan :

$\Delta p = 4 \text{ bar ( brosur mesin )}$

$$\Delta h_p = \frac{4 \cdot 10200}{900} = 45,33 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa ———> d = 150 mm

$$v_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{65}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,15)^2} = 1,02 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa ———> d = 125 mm

$$V_s = \frac{65}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 1,47 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = \frac{(1,47)^2 - (1,02)^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$= 0,06 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 2 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{1,02 \cdot 0,15}{0,000026} = 5884,6$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,023$$

$$h_{L1} = 0,023 \left[ \frac{2}{0,15} \right] \left[ \frac{1,02^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,016 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 1 sambungan T	$k = 1 \times 1,8$
- 3 elbow $90^\circ$	$k = 3 \times 0,9$
- 1 globe valve	$k = 1 \times 10$

---


$$\text{total } k = 14,5$$

$$h_{L2} = 14,5 \cdot \left[ \frac{1,02^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,77 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 5 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{1,47 \cdot 0,125}{0,000026} = 7067,3$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,024$$

$$hl_3 = 0,024 \left[ \frac{5}{0,125} \right] \left[ \frac{1,47^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,21 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 2 sambungan T  $k = 2 \times 1,8$
- 5 elbow  $90^\circ$   $k = 5 \times 0,9$
- 1 non return valve  $k = 1 \times 2,5$

$$\text{total } k = 10,6$$

$$hl_4 = 10,6 \cdot \left[ \frac{1,47^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 1,44 \text{ m}$$

- Head karena pressure drop pada cooler = 0,5 bar

$$hl_5 = \frac{0,5 \cdot 10200}{900} = 5,67 \text{ m}$$

- Head karena pressure drop pada filter = 0,2 bar

$$hl_6 = \frac{0,2 \cdot 10200}{900} = 2,27 \text{ m}$$

$$\text{Jadi : } hl = hl_1 + hl_2 + hl_3 + hl_4 + hl_5 + hl_6$$

$$= 0,016 + 0,77 + 0,21 + 1,44 + 5,67 + 2,27$$

$$= 10,38 \text{ m}$$

- Total head :

$$H = h_a + \Delta h_p + hl + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4 + 45,33 + 10,38 + 0,06 \\
 &= 59,77 \text{ m} \\
 H &= \frac{59,77 \cdot 900}{10^4} = 5,38 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\
 &= \frac{65 \cdot 900 \cdot 59,77}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 11,9 \text{ kw} \\
 N &= 11,9 + ( 50 \% \cdot 11,9 ) \\
 &= 17,85 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
 Type : ALG - 125 (Rotary Gear, Horizontal double helical)  
 Kapasitas : 65 m<sup>3</sup>/hr  
 Head : 5,5 kg/cm<sup>2</sup>  
 Daya : 18,5 kw  
 Putaran : 1200 rpm  
 Berat : 280 kg

## 2. Camshaft Lub Oil Pump

- Penggerak : electric motor
- Jumlah : 2 buah ( 1 standby )
- Kapasitas : 5 m<sup>3</sup>/h ( brosur mesin )
- Head statis total :  $h_a = 3 \text{ m}$
- Head karena perbedaan tekanan :
 
$$\Delta p = 4 \text{ bar ( brosur mesin )}$$

$$\Delta h_p = \frac{4 \cdot 10200}{900} = 45,33 \text{ m}$$
- Kecepatan aliran di saluran hisap :  
 Diameter pipa ———>  $d = 65 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,065)^2} = 0,42 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 50 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,05)^2} = 0,71 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = \frac{(0,71)^2 - (0,42)^2}{2 \cdot 9,8} = 0,017 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 4 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,42 \cdot 0,065}{0,000026} = 1050$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1050} = 0,061$$

$$h_{L1} = 0,061 \left[ \frac{2}{0,065} \right] \left[ \frac{0,42^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,034 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 1 sambungan T	$k = 1 \times 1,8$
- 3 elbow $90^\circ$	$k = 3 \times 0,9$
- 1 globe valve	$k = 1 \times 10$

---


$$\text{total } k = 14,5$$

$$h_{12} = 14,5 \cdot \left[ \frac{0,42^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,13 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 4 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,71 \cdot 0,05}{0,000026} = 1365,38$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1365,38} = 0,05$$

$$h_{13} = 0,05 \left[ \frac{4}{0,05} \right] \left[ \frac{0,71^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,103 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| - 2 sambungan T      | $k = 2 \times 1,8$ |
| - 4 elbow $90^\circ$ | $k = 4 \times 0,9$ |
| - 1 non return valve | $k = 1 \times 2,5$ |

$$\text{total } k = 9,7$$

$$h_{14} = 9,7 \cdot \left[ \frac{0,71^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,25 \text{ m}$$

- Head karena pressure drop pada cooler = 0,5 bar

$$h_{15} = \frac{0,5 \cdot 10200}{900} = 5,67 \text{ m}$$

- Head karena pressure drop pada filter = 0,2 bar

$$h_{16} = \frac{0,2 \cdot 10200}{900} = 2,27 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi : } h_l &= h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4} + h_{l5} + h_{l6} \\
 &= 0,034 + 0,13 + 0,103 + 0,25 + 5,67 + 2,27 \\
 &= 8,457 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Total head :

$$\begin{aligned}
 H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \\
 &= 3 + 45,33 + 8,547 + 0,017 \\
 &= 56,804 \text{ m} \\
 H &= \frac{56,804 \cdot 900}{10^4} = 5,11 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\
 &= \frac{5 \cdot 900 \cdot 56,804}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,87 \text{ kw} \\
 N &= 0,87 + (100 \% \cdot 0,87) \\
 &= 1,74 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
 Type : ALG - 40 (Rotary Gear, Horizontal double helical)  
 Kapasitas :  $5 \text{ m}^3/\text{hr}$   
 Head :  $5,5 \text{ kg/cm}^2$   
 Daya : 2,2 kw  
 Putaran : 1200 rpm  
 Berat : 48 kg

### 3. Lub Oil Transfer Pump

- Penggerak : electric motor
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas :  $4 \text{ m}^3/\text{h}$
- Head statis total :  $h_a = 10 \text{ m}$
- Head karena perbedaan tekanan :



$$\Delta p = 2 \text{ bar ( brosur mesin )}$$

$$\Delta h_p = \frac{2 \cdot 10200}{900} = 22,67 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

$$\text{Diameter pipa} \longrightarrow d = 65 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2} \\ &= \frac{4}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,065)^2} = 0,34 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

$$\text{Diameter pipa} \longrightarrow d = 50 \text{ mm}$$

$$V_s = \frac{4}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,05)^2} = 0,57 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\begin{aligned} \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} &= \frac{(0,57)^2 - (0,34)^2}{2 \cdot 9,8} \\ &= 0,011 \text{ m} \end{aligned}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

$$\text{diperkirakan } l = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \cdot d}{\nu} \\ &= \frac{0,34 \cdot 0,065}{0,000026} = 850 \end{aligned}$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{850} = 0,075$$

$$\begin{aligned} h_{l1} &= 0,075 \left[ \frac{3}{0,065} \right] \left[ \frac{0,34^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\ &= 0,02 \text{ m} \end{aligned}$$

pada saluran hisap terdapat :

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| - 1 sambungan T      | $k = 1 \times 1,8$ |
| - 2 elbow $90^\circ$ | $k = 2 \times 0,9$ |
| - 1 globe valve      | $k = 1 \times 10$  |

---

total  $k = 13,6$

$$h_{12} = 13,6 \cdot \left[ \frac{0,34^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,08 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 15 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,57 \cdot 0,05}{0,000026} = 1096,15$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1096,15} = 0,10$$

$$h_{13} = 0,10 \left[ \frac{15}{0,05} \right] \left[ \frac{0,57^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,497 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| - 1 sambungan T      | $k = 1 \times 1,8$ |
| - 6 elbow $90^\circ$ | $k = 6 \times 0,9$ |
| - 1 non return valve | $k = 1 \times 2,5$ |

---

total  $k = 9,7$

$$h_{14} = 9,7 \cdot \left[ \frac{0,57^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,16 \text{ m}$$

Jadi :

$$h_l = h_{11} + h_{12} + h_{13} + h_{14}$$

$$= 0,02 + 0,08 + 0,497 + 0,16$$

$$= 0,757 \text{ m}$$

- Total head :

$$\begin{aligned} H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \\ &= 10 + 22,67 + 0,757 + 0,011 \\ &= 33,44 \text{ m} \\ H &= \frac{33,44 \cdot 900}{10^4} = 3,0 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$\begin{aligned} N &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\ &= \frac{4 \cdot 900 \cdot 33,44}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,41 \text{ kw} \\ N &= 0,41 + (100 \% \cdot 0,41) \\ &= 0,82 \text{ kw} \end{aligned}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
 Type : ALG - 40 ( Rotary Gear, Horizontal double helical )  
 Kapasitas : 4 m<sup>3</sup>/hr  
 Head : 3,5 kg/cm<sup>2</sup>  
 Daya : 1,5 kw  
 Putaran : 1200 rpm  
 Berat : 48 kg

#### 4. Lub Oil Purifier

$$\begin{aligned} Q &= 0,125 \cdot \text{BHP} \quad 1/\text{h} \\ &= 0,125 \cdot 2440 \\ &= 305 \text{ l/h} = 0,305 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Purifier yang dipakai :

Merk : Westfalia

Type : OSC 4/3

Kapasitas : 510 l/h

Daya : 3 kw

Head : 0,4 bar (gear pump), 1 bar (centripetal pump)

#### VI.4 Sistem Pendinginan

##### 1. Main Cool Seawater Pump

- Penggerak : electric motor
- Jumlah : 2 buah ( 1 standby )
- Kapasitas : 110 m<sup>3</sup>/h ( brosur mesin )

- Head statis total :  $h_a = 4 \text{ m}$

- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 2,5 \text{ bar ( brosur mesin )}$$

$$\Delta h_p = \frac{2,5 \cdot 10200}{1025} = 24,88 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 125 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{116}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 2,63 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 125 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{116}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 2,63 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 4 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{2,63 \cdot 0,125}{0,00001792} = 14160,16$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,024$$

$$hl_1 = 0,024 \left[ \frac{4}{0,125} \right] \left[ \frac{2,63^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,27 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 4 sambungan T	$k = 4 \times 1,8$
- 3 elbow $90^\circ$	$k = 3 \times 0,9$
- 1 globe valve	$k = 1 \times 10$

$$\text{total } k = 19,9$$

$$hl_2 = 19,9 \cdot \left[ \frac{2,63^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 7,02 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 11 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{2,63 \cdot 0,125}{0,00001792} = 14160,16$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,024$$

$$\begin{aligned}
 h_{l3} &= 0,024 \left[ \frac{11}{0,125} \right] \left[ \frac{2,63^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\
 &= 0,44 \text{ m}
 \end{aligned}$$

pada saluran discharge terdapat :

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| - 3 sambungan T      | $k = 3 \times 1,8$  |
| - 6 elbow $90^\circ$ | $k = 6 \times 0,9$  |
| - 1 non return valve | $k = 1 \times 2,5$  |
| - 3 gate valve       | $k = 3 \times 0,19$ |

---


$$\text{total } k = 16,37$$

$$\begin{aligned}
 h_{l4} &= 16,37 \cdot \left[ \frac{2,63^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\
 &= 3,44 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Head karena pressure drop pada cooler  
 $= 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,6 \text{ bar}$

$$h_{l5} = \frac{0,6 \cdot 10200}{1025} = 5,97 \text{ m}$$

Jadi :

$$\begin{aligned}
 h_l &= h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4} + h_{l5} \\
 &= 0,27 + 7,02 + 0,44 + 3,44 + 5,97 \\
 &= 17,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Total head :

$$\begin{aligned}
 H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \\
 &= 4 + 24,88 + 17,14 + 0 \\
 &= 46,02 \text{ m} \\
 H &= \frac{46,02 \cdot 1025}{10^4} = 4,7 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta}$$

$$= \frac{110 \cdot 1025 \cdot 46,02}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 17,66 \text{ kw}$$

$$N = 17,66 + ( 50 \% \cdot 17,66 )$$

$$= 26,49 \text{ kw}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Shinko  
 Type : GVC -125 - 2 ( Centrifugal, Vertikal single stage )  
 Kapasitas : 110 m<sup>3</sup>/hr  
 Head : 50 m  
 Daya : 30 kw  
 Putaran : 1800 rpm

## 2. Aux Cool Seawater Pump

- Penggerak : electric motor
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 30 m<sup>3</sup>/h
- Head statis total : h<sub>a</sub> = 5 m
- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 2 \text{ bar}$$

$$\Delta h_p = \frac{2 \cdot 10200}{1025} = 19,9 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa ———> d = 100 mm

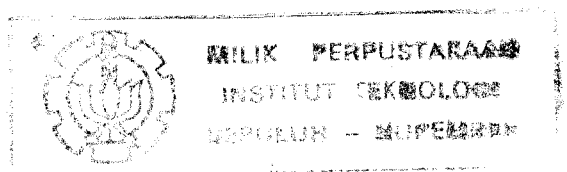
$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{30}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,1)^2} = 1,4 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa ———> d = 100 mm

$$V_s = \frac{30}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,1)^2} = 1,4 \text{ m/s}$$



- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 3 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{1,4 \cdot 0,1}{0,00001792} = 7812,5$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,025$$

$$h_{f1} = 0,025 \left[ \frac{3}{0,1} \right] \left[ \frac{1,4^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,075 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 2 elbow $90^\circ$	$k = 2 \times 0,9$
- 2 sambungan T	$k = 2 \times 1,8$
- 1 globe valve	$k = 1 \times 10$

$$\text{total } k = 25,4$$

$$h_{f2} = 25,4 \cdot \left[ \frac{1,4^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 2,54 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 12 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{1,4 \cdot 0,1}{0,00001792} = 7812,5$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :



$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,025$$

$$h_{l3} = 0,025 \left[ \frac{12}{0,1} \right] \left[ \frac{1,4^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 4 sambungan T  $k = 4 \times 1,8$
- 6 elbow  $90^\circ$   $k = 6 \times 0,9$
- 1 non return valve  $k = 1 \times 2,5$
- 8 globe valve  $k = 8 \times 0,19$

$$\text{total } k = 22,3$$

$$h_{l4} = 22,3 \cdot \left[ \frac{1,4^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 2,23 \text{ m}$$

- Head karena pressure drop pada cooler

$$= 0,2 \text{ bar}$$

$$h_{l5} = \frac{0,2 \cdot 10200}{1025} = 1,99 \text{ m}$$

Jadi :

$$h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4} + h_{l5}$$

$$= 0,075 + 2,54 + 0,3 + 2,23 + 1,99$$

$$= 7,135 \text{ m}$$

- Total head :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2}{2g} - \frac{V_s^2}{2g}$$

$$= 5 + 19,9 + 7,35 + 0$$

$$= 32,035 \text{ m}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta}$$

$$= \frac{30 \cdot 1025 \cdot 32,035}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 3,35 \text{ kw}$$

$$N = 3,35 + ( 100 \% \cdot 3,35 )$$

$$= 6,7 \text{ kw}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Shinko  
 Type : GVC -100 ( Centrifugal, Vertikal single stage )  
 Kapasitas :  $30 \text{ m}^3/\text{hr}$   
 Head : 33 m  
 Daya : 7,5 kw  
 Putaran : 1800 rpm

### 3. Main Cool Freshwater Pump

- Penggerak : electric motor
- Jumlah : 2 buah ( 1 standby )
- Kapasitas :  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  ( brosur mesin )
- Head statis total :  $h_a = 1 \text{ m}$
- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 2 \text{ bar}$$

$$\Delta h_p = \frac{2 \cdot 10200}{1000} = 20,4 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 100 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{30}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,1)^2} = 1,06 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 100 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{30}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,1)^2} = 1,06 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 3,5 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{1,06 \cdot 0,1}{0,00000801} = 13233,46$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,025$$

$$hl_1 = 0,025 \left[ \frac{3,5}{0,1} \right] \left[ \frac{1,06^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,05 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 1 sambungan T	$k = 1 \times 1,8$
- 1 elbow $90^\circ$	$k = 1 \times 0,9$
- 1 globe valve	$k = 1 \times 2,5$
	<hr/>
	total $k = 6,1$

$$hl_2 = 6,1 \cdot \left[ \frac{1,06^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,35 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 5 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{1,06 \cdot 0,1}{0,00000801} = 13233,46$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,025$$

$$hl_3 = 0,025 \left[ \frac{5}{0,1} \right] \left[ \frac{1,06^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,072 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 2 sambungan T	$k = 2 \times 1,8$
- 4 elbow $90^\circ$	$k = 4 \times 0,9$
- 1 non return valve	$k = 1 \times 2,5$
<hr/>	
total	$k = 9,7$

$$h_{l4} = 9,7 \cdot \left[ \frac{1,06^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,56 \text{ m}$$

- Head karena pressure drop pada engine

$$= 0,6 \text{ bar}$$

$$h_{l5} = \frac{0,6 \cdot 10200}{1000} = 6,12 \text{ m}$$

- Head karena pressure drop pada cooler

$$= 0,2 \text{ bar}$$

$$h_{l6} = \frac{0,2 \cdot 10200}{1000} = 2,04 \text{ m}$$

Jadi :

$$\begin{aligned}
 h_l &= h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4} + h_{l5} + h_{l6} \\
 &= 0,05 + 0,35 + 0,072 + 0,56 + 6,12 + 2,04 \\
 &= 9,19 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Total head :

$$\begin{aligned}
 H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \\
 &= 1 + 20,4 + 9,19 + 0 \\
 &= 30,59 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\
 &= \frac{30 \cdot 1000 \cdot 30,59}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 3,12 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= 3,12 + ( 100 \% \cdot 3,12 ) \\ &= 6,24 \text{ kw} \end{aligned}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Shinko  
Type : GVC -100 ( Centrifugal, Vertikal single stage )  
Kapasitas : 30 m<sup>3</sup>/hr  
Head : 32 m  
Daya : 7,5 kw  
Putaran : 1800 rpm

## BAB VII SISTEM PELAYANAN UMUM

---

Yang termasuk dalam sistem pelayanan umum di kapal antara lain :

1. Sistem ballast
2. Sistem bilga
3. Sistem pemadam kebakaran
4. Sistem pelayanan air laut dan air tawar
5. Sistem sewage

### VII.1 Sistem Ballast

Sistem ini berfungsi untuk mempertahankan sarat, trim dan kestabilan dari kapal. Dengan cara mengisi dan mengosongkan tangki ballast, ataupun memindahkan air ballast dari tangki yang satu ke tangki yang lain.

1. Kapasitas pompa ballast :

$$Q = 0,565 \cdot db^2 \quad m^3/jam$$

dimana :

\*  $db$  = diameter pipa ballast,  
tergantung pada kapasitas tangki ballast yang paling besar.

\* kapasitas tangki ballast yang paling besar adalah :  
144 ton, maka dari tabel 3 (Lampiran) didapat  
 $db = 100 \text{ cm}$

maka :

$$Q = 0,565 \cdot 110 = 56,5 \text{ m}^3/jam$$

diambil  $Q = 60 \text{ m}^3/jam$

2. Perkiraan besarnya head pompa

- Head statis total :  $h_a = 2 \text{ m}$
- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 1 \text{ bar}$$

$$\Delta h_p = \frac{1 \cdot 10200}{1025} = 9,95 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa ———>  $d = 125 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2} \\ &= \frac{60}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 1,36 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa ———>  $d = 125 \text{ mm}$

$$V_d = \frac{60}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 1,36 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 100 \text{ m}$

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \cdot d}{\nu} \\ &= \frac{1,36 \cdot 0,125}{0,00001792} = 9486,61 \end{aligned}$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,024$$

$$\begin{aligned} h_{l1} &= 0,024 \left[ \frac{100}{0,125} \right] \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\ &= 1,81 \text{ m} \end{aligned}$$

pada saluran hisap terdapat :

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| - 6 sambungan T       | $k = 6 \times 1,8$  |
| - 10 elbow $90^\circ$ | $k = 10 \times 0,9$ |
| - 3 globe valve       | $k = 3 \times 10$   |

---

total  $k = 49,8$

$$h_{12} = 49,8 \cdot \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 4,7 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 100 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{1,36 \cdot 0,125}{0,00001792} = 9486,61$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,024$$

$$h_{13} = 0,024 \left[ \frac{100}{0,125} \right] \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 1,81 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| - 2 sambungan T      | $k = 2 \times 1,8$ |
| - 1 gate valve       | $k = 1 \times 0,9$ |
| - 1 non return valve | $k = 1 \times 2,5$ |

---

total  $k = 6,29$

$$h_{14} = 6,29 \cdot \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,59 \text{ m}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Jadi : } h_l &= h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4} \\
 &= 1,81 + 4,7 + 1,87 + 0,59 \\
 &= 8,91 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Total head :

$$\begin{aligned}
 H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g} \\
 &= 2 + 9,95 + 8,91 + 0 = 20,86 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## VII.2 Sistem Bilga

Sistem ini berfungsi untuk memindahkan sejumlah kecil air dan cairan yang terkumpul di dalam bilga well kamar mesin dan ruang muat.

Direncanakan terdapat dua jenis pompa yaitu : pompa bilga utama dan pompa bilga kamar mesin. Pompa bilga utama digunakan untuk cargo hold dan pompa bilga kamar mesin digunakan untuk kamar mesin dan sebagai cadangan untuk cargo hold.

### 1. Kapasitas pompa bilga

a. Diameter pipa bilga utama >1

$$d_h = 1,68 \sqrt{(B + H) \cdot L + 25}$$

dimana :

B = lebar kapal = 14,09 m

H = tinggi kapal = 7,32 m

L = panjang kapal antara garis tegak = 84,31 m

maka :

$$\begin{aligned}
 d_h &= 1,68 \sqrt{(14,09 + 7,32) \cdot 84,31 + 25} \\
 &= 96,37 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Diameter pipa bilga cabang

$$\begin{aligned}
 d_z &= 2,15 \sqrt{(B + H) \cdot L + 25} \quad >2 \\
 &= 2,15 \sqrt{(14,09 + 7,32) \cdot 21 + 25}
 \end{aligned}$$

$$= 70,59 \text{ mm}$$

$$\text{diambil } d_z = 80 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } Q &= 5,75 \cdot 10^{-3} \cdot d_h^2 > 3 \\ &= 5,75 \cdot 10^{-3} (96,37)^2 \\ &= 53,40 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2. Perkiraan besarnya head pompa :

a. Head pompa bilga utama ( untuk ruang muat )

- Head statis total :  $h_a = 2 \text{ m}$
- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 1 \text{ bar}$$

$$\Delta h_p = \frac{1 \cdot 10200}{1025} = 9,95 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

$$\text{Diameter pipa} \longrightarrow d = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2} \\ &= \frac{60}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,15)^2} = 0,94 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

$$\text{Diameter pipa} \longrightarrow d = 125 \text{ mm}$$

$$V_d = \frac{60}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 1,36 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = \frac{1,36^2 - 0,94^2}{2 \cdot 9,8} = 0,05 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 125 \text{ m}$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,94 \cdot 0,15}{0,00001792} = 7868,303$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,024$$

$$hl_1 = 0,024 \left[ \frac{125}{0,15} \right] \left[ \frac{0,94^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,9 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| - 7 sambungan T      | $k = 7 \times 1,8$ |
| - 3 elbow $90^\circ$ | $k = 3 \times 0,9$ |
| - 7 globe valve      | $k = 7 \times 10$  |

---


$$\text{total } k = 85,3$$

$$hl_2 = 85,3 \cdot \left[ \frac{0,94^2}{2 \cdot 9,8} \right] = 3,84 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 5 \text{ m}$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{1,36 \cdot 0,125}{0,00001792} = 9486,61$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,024$$

$$h_{l3} = 0,024 \left[ \frac{5}{0,125} \right] \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,09 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 2 sambungan T  $k = 2 \times 1,8$
- 1 gate valve  $k = 1 \times 0,19$
- 1 non return valve  $k = 1 \times 2,5$

$$\text{total } k = 6,29$$

$$h_{l4} = 6,29 \cdot \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,59 \text{ m}$$

Jadi :  $h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4}$

$$= 0,9 + 3,84 + 0,09 + 0,59$$

$$= 5,42 \text{ m}$$

Total head :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g}$$

$$= 2 + 9,95 + 5,42 + 0 = 17,37 \text{ m}$$

Daya Pompa :

$$N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta}$$

$$= \frac{60 \cdot 1025 \cdot 17,37}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 3,63 \text{ kw}$$

$$N = 3,63 + (100 \% \cdot 3,63)$$

$$= 7,26 \text{ kw}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
Type : 2VP - 100 ( Recripocating, Vertikal duplex )  
Kapasitas :  $60 \text{ m}^3/\text{hr}$   
Head : 20 m  
Daya : 11 kw  
Berat : 2800 kg

b. Pompa bilga kamar mesin :

Diambil  $Q = 30 \text{ m}^3/\text{jam}$ , dan diperkirakan  $H = 30 \text{ m}$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
Type : 2VP - 50 ( Recripocating, Vertikal duplex )  
Kapasitas :  $30 \text{ m}^3/\text{hr}$   
Head : 30m  
Daya : 5,5 kw  
Berat : 980 kg

3. Bilga separator yang dipakai :

Merk : Taiko  
Type : UST - 20 N  
Kapasitas :  $2 \text{ m}^3/\text{h}$   
Berat : 375 kg

### VII.3 Sistem Pemadam Kebakaran

Direncanakan terdapat dua jenis pemadam kebakaran, yaitu : air dan  $\text{CO}_2$ .

Pemadam kebakaran dengan menggunakan air dapat dipergunakan pada semua peristiwa untuk memadamkan api di atas kapal, kecuali bila yang terbakar adalah minyak dan peralatan listrik.

Pemadam kebakaran dengan  $\text{CO}_2$  dipergunakan untuk engine

room dan ruang muat.

1. Kapasitas pompa pemadam kebakaran :

$$Q = 3,8 \times 10^{-3} \cdot d_h^2 \quad \text{m}^3/\text{jam} \quad >4$$

dimana :

$$\begin{aligned} d_h &= \text{sesuai dengan perhitungan pada sistem bilga} \\ &= 96,37 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka :

$$Q = 3,8 \times 10^{-3} \cdot (96,37)^2 = 35,29 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Diameter pipa pemadam kebakaran utama :

$$\begin{aligned} d_r &= 0,8 \cdot d_h \\ &= 0,8 \cdot 96,37 = 77,1 \text{ mm} \\ \text{diambil } d_r &= 80 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Perkiraan besarnya head pompa :

- Head statis total :  $h_a = 7,4 \text{ m}$

- Head karena perbedaan tekanan :

$$\begin{aligned} \Delta p &= 2,6 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{BKI hal 173}) \\ \Delta h_p &= \frac{2,6 \cdot 10000}{1025} = 15,36 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 125 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2} \\ &= \frac{35,29}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 1,36 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 125 \text{ mm}$

$$V_d = \frac{60}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 1,36 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 3 \text{ m}$

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \cdot d}{\nu} \\ &= \frac{1,38 \cdot 0,125}{0,00001792} = 9486,61 \end{aligned}$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\begin{aligned} \lambda &= 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,024 \\ h_{f1} &= 0,024 \left[ \frac{3}{0,125} \right] \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\ &= 0,07 \text{ m} \end{aligned}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 1 sambungan T	$k = 1 \times 1,8$
- 1 elbow $90^\circ$	$k = 1 \times 0,9$
- 1 globe valve	$k = 1 \times 10$

---


$$\text{total } k = 12,7$$

$$\begin{aligned} h_{f2} &= 12,7 \cdot \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 10 \text{ m}$

$$V = \frac{60}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,125)^2} = 1,36 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{1,36 \cdot 0,125}{0,00001792} = 9486,61$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,026$$

$$hl_3 = 0,026 \left[ \frac{10}{0,125} \right] \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right] = 0,196 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 4 sambungan T	$k = 4 \times 1,8$
- 1 elbow $90^\circ$	$k = 1 \times 0,9$
- 1 globe valve	$k = 1 \times 2,5$
- 5 gate valve	$k = 5 \times 0,19$

$$\text{total } k = 19,05$$

$$hl_4 = 19,05 \cdot \left[ \frac{1,36^2}{2 \cdot 9,8} \right] = 1,8 \text{ m}$$

Jadi :

$$\begin{aligned}
 hl &= hl_1 + hl_2 + hl_3 + hl_4 \\
 &= 0,05 + 1,2 + 0,196 + 1,8 \\
 &= 3,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$



- Total head :

$$\begin{aligned}
 H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} \\
 &= 7,4 + 15,36 + 3,25 + 0 \\
 &= 26,01 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### b. Pompa Emergency

Untuk pompa emergency dipilih :

Merk : Naniwa

Type : BHFR - 100 ( Centrifugal, Horizontal self priming )

Kapasitas : 60 m<sup>3</sup>/hr

Head : 40 m

Daya : 30 PS

Berat : 490 kg

Penggerak : Diesel Engine

Starting metode : manual

Pompa diletakkan di : steering gear room

#### VII.4 Pemilihan Pompa Ballast dan Pemadam Kebakaran

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas dan head pompa untuk sistem ballast dan pemadam kebakaran diperoleh hasil-hasil sebagai berikut :

- Untuk sistem ballast : Q = 60 m<sup>3</sup>/jam H = 20,8 m
- Untuk sistem pemadam kebakaran : Q = 60 m<sup>3</sup>/jam H = 26,01 m

Dari hasil tersebut dipakai 2 buah pompa, dimana masing-masing pompa berfungsi sebagai pompa ballast dan pemadam kebakaran.

- Daya yang diperlukan pompa :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\
 &= \frac{60 \cdot 1025 \cdot 40}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 8,37 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

$$N = 8,37 + ( 50 \% \cdot 8,37 )$$

$$= 12,55 \text{ kw}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Shinko  
 Type : GVP 130 ( Centrifugal, Vertikal two stage )  
 Kapasitas :  $60 \text{ m}^3/\text{hr}$   
 Head : 40 m  
 Daya : 15 kw  
 Putaran : 1800 rpm  
 Jumlah : 2 buah

#### VII.5 Sistem Pelayanan Air Laut dan Air Tawar

Sistem ini berfungsi untuk menyediakan air laut maupun air tawar ke tempat - tempat pemakaian, misalnya : kamar mandi dan wc, galley, pantry, washing room.

##### 1. Sistem pelayanan air laut

- \* Kapasitas sea water sanitary :  $Q = 5 \text{ m}^3/\text{jam}$
- \* Volume tangki Hydrophore :

$$\text{Vol} = q \cdot \left[ \frac{P_1}{P_1 - P_2} + a \right]$$

dimana :

$q$  = water quantity for supply in 1 - 2 minutes  
 $= 5 \cdot 2/60$

$P_1$  = pressure for pump stop =  $5 \text{ kg/cm}^2$

$P_2$  = pressure for pump start =  $3 \text{ kg/cm}^2$

$a$  = staying water quantity in hydrophore = 1,5

maka :

$$\text{Vol} = 5 \cdot \frac{2}{60} \cdot \left[ \frac{5}{5 - 3} + 1,5 \right] = 0,67 \text{ m}^3$$

Diambil  $V = 1 \text{ m}^3$

\* Perkiraan besarnya head pompa :

- Head statis total :  $h_a = 7,8 \text{ m}$

- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 0 \text{ bar}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 32 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2} \\ &= \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,032)^2} = 1,73 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 50 \text{ mm}$

$$V_d = \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,05)^2} = 0,707 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = \frac{0,707^2 - 1,73^2}{2 \cdot 9,8} = -0,13 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 2 \text{ m}$

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \cdot d}{\nu} \\ &= \frac{1,73 \cdot 0,032}{0,00001792} = 3089,28 \end{aligned}$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,036$$

$$h_{f1} = 0,03 \left[ \frac{2}{0,032} \right] \left[ \frac{1,73^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,34 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| - 1 sambungan T      | $k = 1 \times 1,8$ |
| - 2 elbow $90^\circ$ | $k = 2 \times 0,9$ |
| - 1 globe valve      | $k = 1 \times 10$  |

---


$$\text{total } k = 13,6$$

$$h_{f2} = 13,6 \cdot \left[ \frac{1,73^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 2,07 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 35 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,707 \cdot 0,05}{0,00001792} = 1972,65$$

Karena aliran turbulen,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1972,65} = 0,032$$

$$h_{f3} = 0,032 \left[ \frac{35}{0,05} \right] \left[ \frac{0,707^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,57 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| - 4 sambungan T      | $k = 4 \times 1,8$ |
| - 9 elbow $90^\circ$ | $k = 9 \times 0,9$ |
| - 12 globe valve     | $k = 12 \times 10$ |

---


$$\text{total } k = 135,3$$

$$h_{l4} = 135,3 \cdot \left[ \frac{0,707^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 4,8 \text{ m}$$

Jadi :

$$h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4}$$

$$= 0,34 + 2,07 + 0,57 + 4,8$$

$$= 7,78 \text{ m}$$

- Total head :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g}$$

$$= 7,8 + 0 + 7,78 - 0,13$$

$$= 15,45 \text{ m}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta}$$

$$= \frac{5 \cdot 1025 \cdot 15,45}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,27 \text{ kw}$$

$$N = 0,27 + (100 \% \cdot 0,27) = 0,54 \text{ kw}$$

Hydrophore dan pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
 Type : UH - 1 - 2  
 Volume tangki : 1 m<sup>3</sup>  
 Kapasitas : 5 m<sup>3</sup>/hr  
 Head : 20 m  
 Daya : 0,75 kw  
 Putaran : 3600 rpm  
 Berat : 620 kg

2. Sistem pelayanan air tawar

\* Kapasitas fresh water sanitary : Q = 5 m<sup>3</sup>/jam

\* Volume tangki Hydrophore :

$$Vol = q \cdot \left[ \frac{P_1}{P_1 - P_2} + a \right]$$

dimana :

q = water quantity for supply in 1 - 2 minutes  
= 5 . 2/60

P<sub>1</sub> = pressure for pump stop = 5 kg/cm<sup>2</sup>

P<sub>2</sub> = pressure for pump start = 3 kg/cm<sup>2</sup>

a = staying water quantity in hydrophore = 1,5

maka :

$$Vol = 5 \cdot \frac{2}{60} \cdot \left[ \frac{5}{5 - 3} + 1,5 \right]$$

$$= 0,67 \text{ m}^3$$

Diambil V = 1 m<sup>3</sup>

\* Perkiraan besarnya head pompa :

- Head statis total : h<sub>a</sub> = 7,8 m

- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 0 \text{ bar}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa ———> d = 32 mm

$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,032)^2} = 1,73 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa ———> d = 50 mm

$$V_d = \frac{5}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,05)^2} = 0,707 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = \frac{0,707^2 - 1,73^2}{2 \cdot 9,8} = -0,13 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :  
diperkirakan  $l = 30 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{1,73 \cdot 0,032}{0,00000801} = 6834,57$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,036$$

$$h_{f1} = 0,036 \left[ \frac{30}{0,032} \right] \left[ \frac{1,73^2}{2 \cdot 9,8} \right] = 5,15 \text{ m}$$

pada saluran hisap terdapat :

- 1 sambungan T	$k = 1 \times 1,8$
- 2 elbow $90^\circ$	$k = 2 \times 0,9$
- 1 globe valve	$k = 1 \times 10$
	<hr/>
	total $k = 13,6$

$$h_{f2} = 13,6 \cdot \left[ \frac{1,73^2}{2 \cdot 9,8} \right] = 2,07 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :  
diperkirakan  $l = 45 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{0,707 \cdot 0,05}{0,00000801} = 4413,25$$

Karena aliran turbulen,  $Re > 2300$ , maka :

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0005}{d} = 0,03$$

$$h_{l3} = 0,03 \left[ \frac{45}{0,05} \right] \left[ \frac{0,707^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\ = 0,68 \text{ m}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 4 sambungan T	$k = 4 \times 1,8$
- 9 elbow $90^\circ$	$k = 9 \times 0,9$
- 16 globe valve	$k = 16 \times 10$

---


$$\text{total } k = 175,3$$

$$h_{l4} = 175,3 \cdot \left[ \frac{0,707^2}{2 \cdot 9,8} \right] = 4,47 \text{ m}$$

Jadi :

$$h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4} \\ = 5,15 + 2,07 + 0,68 + 4,47 \\ = 12,37 \text{ m}$$

- Total head :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g} \\ = 7,8 + 0 + 12,37 - 0,13 \\ = 20,04 \text{ m}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta} \\ = \frac{5 \cdot 1000 \cdot 20,04}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,34 \text{ kw} \\ N = 0,34 + (100 \% \cdot 0,34) \\ = 0,64 \text{ kw}$$



Hydrophore dan pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa  
 Type : UH - 1 - 2  
 Volume tangki :  $1 \text{ m}^3$   
 Kapasitas :  $5 \text{ m}^3/\text{hr}$   
 Head : 25 m  
 Daya : 1,5 kw  
 Putaran : 3600 rpm  
 Berat : 620 kg

#### VII.6 Sistem Sewage

Sistem ini berfungsi untuk mengalirkan kotoran - kotoran selokan dan fecal dari kamar mandi & wc, sisa - sisa makanan dari pantry ke sewage treatment unit. Dan selanjutnya dikosongkan dengan jalan memompa keluar dalam bentuk cairan.

\* Kapasitas sewage :

- Dari toilet bowl	12 l/hari orang
- Dari urinal	2 l/hari orang
- Dari sanitary equipment	5 l/hari orang
	<hr/>
	19 l/hari orang

$$Q = 19 \cdot 27 = 513 \text{ l/hari}$$

$$= 0,513 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,021 \text{ m}^3/\text{jam}$$

\* Perkiraan besarnya head pompa :

- Head statis total :  $h_a = 0 \text{ m}$
- Head karena perbedaan tekanan :

$$\Delta p = 1 \text{ bar}$$

$$\Delta h_p = \frac{1 \cdot 10200}{1000} = 10,2 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran di saluran hisap :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 32 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{Q}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d)^2}$$

$$= \frac{2}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,032)^2} = 0,69 \text{ m/s}$$

- Kecepatan aliran di saluran discharge :

Diameter pipa  $\longrightarrow d = 32 \text{ mm}$

$$V_d = \frac{2}{3600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,032)^2} = 0,69 \text{ m/s}$$

- Head karena perbedaan kecepatan aliran fluida :

$$\frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} = 0 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran hisap :

diperkirakan  $l = 1 \text{ m}$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$= \frac{0,69 \cdot 0,032}{0,00000296} = 745,95$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{745,95}$$

$$= 0,086$$

$$h_{l1} = 0,086 \left[ \frac{1}{0,032} \right] \left[ \frac{0,69^2}{2 \cdot 9,8} \right]$$

$$= 0,065 \text{ m}$$

- Head kerugian di saluran discharge :

diperkirakan  $l = 1 \text{ m}$

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \cdot d}{\nu} \\ &= \frac{0,69 \cdot 0,39}{0,000296} = 745,95 \end{aligned}$$

Karena aliran laminar,  $Re < 2300$ , maka :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{64}{Re} = \frac{64}{745,95} = 0,065 \\ h_{l2} &= 0,065 \left[ \frac{1}{0,032} \right] \left[ \frac{0,69^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\ &= 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

pada saluran discharge terdapat :

- 1 non return valve  $k = 1 \times 2,5$

$$\begin{aligned} h_{l3} &= 2,5 \cdot \left[ \frac{0,69^2}{2 \cdot 9,8} \right] \\ &= 0,06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi : } h_l &= h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} \\ &= 0,065 + 0,05 + 0,06 \\ &= 0,175 \text{ m} \end{aligned}$$

- Total head :

$$\begin{aligned} H &= h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2 - V_e^2}{2g} \\ &= 0 + 10,2 + 0,175 + 0 \\ &= 10,375 \text{ m} \end{aligned}$$

- Daya yang diperlukan pompa :

$$N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2 \cdot 1025 \cdot 10,375}{3600 \cdot 102 \cdot 0,8} = 0,12 \text{ kw} \\ N &= 0,12 + ( 100 \% \cdot 0,12 ) \\ &= 0,24 \text{ kw} \end{aligned}$$

Pompa yang dipakai :

Merk : Naniwa

Type : BH - 32 ( Centrifugal, Horizontal single stage )

Kapasitas : 2 m<sup>3</sup>/hr

Head : 15 m

Daya : 0,75 kw

Putaran : 1800 rpm

Berat : 56 kg

## **BAB VIII**

### **VENTILASI DAN PENGKONDISIAN UDARA**

---

Sistem pengkondisian dan pengaturan udara dikapal antara lain :

1. Sistem Ventilasi
2. Air Condition
3. Pemanas Ruangan
4. Pendinginan Cold Storage

#### **VIII.1. Sistem Ventilasi**

Sistem Ventilasi di kapal dibagi dalam :

1. Sistem ventilasi untuk ruang permesinan dipertimbangkan sebagai berikut :
  - a. Mensupply udara pembakaran untuk ME dan Gen-set.
  - b. Mengatasi radiant heat yang dipancarkan dari motor, permesinan, heat exchanger dan lain-lain.
  - c. Untuk menjamin sirkulasi udara segar untuk menjaga keadaan yang sehat.
2. Sistem ventilasi untuk tempat tinggal dan ruang kerja dibuat dengan tujuan :

Mengeluarkan udara kotor yang tidak memenuhi syarat untuk pernafasan dan menggantikannya dengan udara segar.
3. Sistem ventilasi untuk ruang muat, bertujuan :

Menjaga komposisi dan kelembaban udara yang dibutuhkan untuk menjaga kualitas muatan.

#### **VIII.1 Ventilasi Untuk Ruang Permesinan**

##### **VIII.1.1 Perhitungan beban kalor**

Beban kalor adalah banyaknya panas yang terjadi dalam suatu ruangan pada waktu tertentu. Pada dasarnya beban kalor yang terjadi di kamar mesin dapat diakibatkan oleh dua sumber panas, yaitu :

1. Beban kalor dari dalam kamar mesin
2. Beban kalor dari luar kamar mesin

#### VIII.1.1.1 Beban Kalor Dari Dalam Kamar Mesin

Beban kalor dari dalam kamar mesin berupa kalor yang dibebaskan antara lain oleh :

1. Main Engine
2. Diesel generator
3. Peralatan yang digerakkan oleh motor listrik
4. Lampu penerangan
5. Pekerja

#### 1. Panas Yang Dibebaskan Oleh Main Engine

Merk : MAN B & W  
 Type : L 35 MCE  
 Cycle : Two stroke  
 Jumlah silinder : 4  
 Bore : 350 mm  
 Stroke : 1050 mm  
 BHP at MCR : 2440 HP  
 RPM at MCR : 200 rpm  
 SFOC : 128 gr/HP hr  
 MEP : 16,8 kg/cm<sup>2</sup>

Panas yang dibebaskan oleh motor induk dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$q_{ME} = 0,02 \cdot N_e \cdot g_c \cdot Q_l > 1$$

dimana :

$N_e$  = daya motor induk = 2440 HP

$g_c$  = fuel oil consumption = 0,128 kg/HP hr

$Q_l$  = caloric value of fuel

—> untuk HFO  $Q_l = 10200$  kcal/kg

maka :

$$\begin{aligned}
 q_{ME} &= 0,02 \cdot 2440 \cdot 0,128 \cdot 10200 \\
 &= 63713,28 \text{ kcal/hr}
 \end{aligned}$$

## 2. Panas Yang Dibebeaskan Oleh Diesel Generator

Data diesel generator yang digunakan adalah sebagai berikut :

Engine	: YANMAR DLAAL-DTN
No of set	: 2
Jumlah silinder	: 6
Bore	: 148 mm
Stroke	: 165 mm
BHP	: 360 HP
RPM	: 1500 rpm
SFOC	: 155 gr/ HP hr
Output	: 240 kw
Volt	: 380 V , 3 phase
Frequency	: 50 Hz

Sehingga panas yang dibebaskan oleh diesel generator dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}
 q_{AE} &= 2 \cdot 0,02 \cdot N_e \cdot q_c \cdot Q_1 \\
 &= 2 \cdot 0,02 \cdot 360 \cdot 0,155 \cdot 10200 \\
 &= 22766,4 \text{ kcal/hr}
 \end{aligned}$$

## 3. Panas yang dibebaskan oleh Motor Listrik

Motor listrik disini berfungsi sebagai penggerak dari peralatan. Untuk menghitung panas yang dibebaskan dapat digunakan persamaan :

\* Dengan pendinginan :

$$q_{ML} = 64 \cdot N \cdot \frac{1 - \eta^{>2}}{\eta}$$

\* Tanpa pendinginan :

$$q_{ML} = 864 \cdot N \cdot \frac{1 - \eta^{>3}}{\eta}$$

---

>2. Referensi D, Tabel 41, hal. 300

>3. Referensi D, Tabel 41, hal. 300

dimana :

$N$  = power , kw

$\eta$  = efficiency , %

Adapun panas yang dibebaskan oleh motor listrik adalah sebagai berikut : \*)

NO	Nama Peralatan	JML	Power kw	Eff %	Heat kcal/hr
1	Main Air Compresor	1 of 2	17,3	85	208,94
2	Main Cool FW Pump	1 of 2	7,5	85	1143,53
3	Main Cool SW Pump	1 of 2	30	85	1677,18
4	Aux. Cool SW Pump	1 of 2	7,5	85	1143,53
5	Main Bilge Pump	1	11	85	1677,18
6	Bilge Engine Room	1	5	85	762,35
7	Fire & Ballast Pump	1	15	85	2287,05
8	Fire & Ballast Pump	1	15	85	2287,05
9	Main L.O Pump	1 of 2	18,5	85	2820,70
10	Camshaft L.O Pump	1 of 2	2,2	80	475,2
11	L.O Trans Pump	1	1,5	80	324
12	Filter L.O Pump	1	0,4	75	115,2
13	FO Supply Pump	1 of 2	0,2	80	43,2
14	HFO Trans Pump	1	1,5	80	324
15	DO Trans Pump	1	1,5	80	324
16	FO Circulating Pump	1 of 2	0,75	80	162
17	HFO Purifier Pump	1	3,0	65	1395,69
18	DO Purifier Pump	1	3,0	65	1395,69
19	SW Sanitary Pump	1 of 2	0,75	80	162



20	L.O Purifier	1	3,0	65	1395,69
21	F.W Pump	1 of 2	1,5	80	697,8
22	Sewage Pump	1	0,75	80	162
$q_{ML} =$					20983,98

#### 4. Panas yang dibebaskan oleh lampu penerangan

Panas yang dibebaskan oleh lampu penerangan dalam kamar mesin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$q_L = 864 \cdot N \quad >4$$

dimana :

$$N = \text{daya lampu} = 0,72 \text{ kw}$$

maka :

$$\begin{aligned} q_L &= 864 \cdot 0,72 \\ &= 622,08 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

#### 5. Panas yang dibebaskan oleh pekerja

Panas yang dibebaskan oleh pekerja dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$q_p = n \cdot H \quad >5$$

dimana :

$$n = \text{jumlah pekerja} = 3 \text{ orang}$$

$$H = \text{heat}$$

Dari tabel 40 ( Lampiran ), untuk at hard phisical work

$$H = 150 \text{ kcal/h}$$

maka :

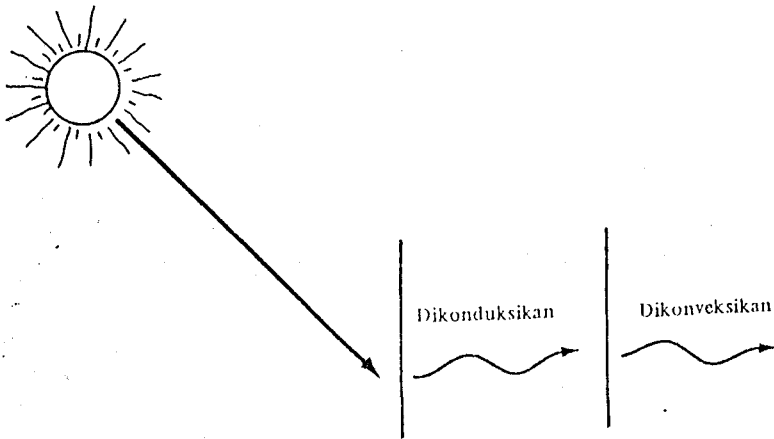
$$q_p = 3 \cdot 150 = 450 \text{ kcal/ hr}$$

>4. Referensi D, Tabel 41, hal. 309

>5. Referensi D, Tabel 41, hal. 309

## VIII.1.1.2 Beban Kalor Dari Luar Kamar Mesin

Radiasi matahari yang mengenai pelat lambung kamar mesin akan dapat mengakibatkan naiknya temperatur bagian luar pelat tersebut. Karena terjadi perbedaan temperatur antara bagian luar dan bagian dalam pelat, maka akan terjadi perpindahan panas secara konduksi. Selanjutnya panas tersebut dikonveksikan ke udara dalam kamar mesin. Perpindahan panas yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 8.1 Perpindahan panas pada pelat lambung

Beberapa asumsi yang diambil dalam melakukan perhitungan :

- Kapal berada di daerah Equator, menghadap utara
- Perhitungan pada bulan September ( bulan terpanas )
- Untuk pelat lambung kamar mesin yang berada di atas garis air
- Perhitungan dilakukan pada pukul 10.00 ; 12.00 ; 14.00

Pukul 10.00

Ketinggian matahari di dapat dengan menggunakan persamaan :

$$\sin h = \sin \psi \cdot \sin \delta + \cos \psi \cdot \cos \delta \cdot \cos 15^\circ \tau^{>6}$$

dimana :

$\psi$  = kedudukan garis lintang =  $0^\circ$  ( untuk equator )

$\delta$  = deklinasi matahari

dari gambar 3.8 lampiran , untuk 23 Sept  $\rightarrow \delta = 0,30^\circ$

$r$  = saat penyinaran matahari

= -2 ( untuk pukul 10.00 )

maka :

$$\sin h = \sin 0^\circ \cdot \sin 0,30^\circ + \cos 0^\circ \cdot \cos 0,30^\circ \cdot \cos 15^\circ - 2$$

$$= 0,8660$$

$$h = 60,0^\circ$$

Radiasi matahari langsung pada pelat lambung sebelah kanan besarnya :

$$J_v = 1164 \cdot P^{\text{cosec } h} \cdot \cos h \quad >7$$

dimana :

$P$  = permeabilitas atmosferik

= 0,5 - 0,7  $\longrightarrow$  diambil  $P = 0,6$

maka :

$$J_v = 1164 \cdot 0,6^{\text{cosec } 60,0^\circ} \cdot \cos 60,0^\circ$$

$$= 322,67 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}$$

Radiasi matahari tak langsung ( terpencar ) didapat dari gambar 3.9 lampiran . Untuk  $P = 0,6$  dan  $h = 60,0^\circ$  ; didapat :

$$J_s = 260 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}$$

Radiasi matahari tak langsung ( terpencar ) pada pelat lambung sebelah kiri :

$$J_s = 260 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}$$

Temperatur ekivalen radiasi matahari :

$$T_e = \varepsilon \cdot R_{so} \cdot J$$

dimana :

$\varepsilon$  = faktor absropsi radiasi matahari

dari tabel 3.14 ( Lampiran )  $\longrightarrow \varepsilon = 0,7$

$R_{so}$  = tahanan perpindahan kalor dari permukaan luar  
dari tabel 3.10 ( Lampiran )  $\longrightarrow$

$$R_{so} = 0,05 \text{ m}^2 \text{ jam } ^\circ\text{C} / \text{kcal}$$

maka :

- \* untuk pelat lambung sebelah kanan,

$$\begin{aligned} T_o &= 0,7 \cdot 0,05 \cdot 582,67 \\ &= 20,39^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- \* untuk pelat lambung sebelah kiri,

$$\begin{aligned} T_o &= 0,7 \cdot 0,05 \cdot 260 \\ &= 9,1^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Jumlah temperatur ekivalen dengan temperatur udara luar yang disebut suhu udara matahari ( S A T ) besarnya :

$$T_{SAT} = T_o + T_{udara \text{ luar}}$$

- \* untuk pelat lambung sebelah kanan,

$$T_{SAT} = 20,39^\circ\text{C} + 32^\circ\text{C} = 52,39^\circ\text{C}$$

- \* untuk pelat lambung sebelah kiri,

$$T_{SAT} = 9,1^\circ\text{C} + 32^\circ\text{C} = 41,1^\circ\text{C}$$

Koefisien perpindahan kalor menyeluruh ( U ) :

$$U = \frac{1}{\frac{L}{k} + \frac{1}{h}}$$

dimana :

- \* L = tebal pelat lambung kamar mesin = 15 mm = 0,015 m

- \* k = konduktivitas termal pelat

dari tabel A-3 ( Lampiran )  $\longrightarrow$  k = 39 kcal/m hr  $^\circ\text{C}$

- \* h = koefisien konveksi dalam kamar mesin

Untuk  $T = 40^\circ\text{C} = 313^\circ\text{K}$ , dari tabel A-5 ( Lampiran ) :

$$\rho = 1,1451 \text{ kg/m}^3 \quad \nu = 16,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$c_p = 1,0006 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \quad k = 0,0269 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

$$\mu = 1,8874 \text{ kg/m}^3 \quad Pr = 0,7060$$

Sehingga :

$$- Re = \frac{V \cdot x}{\nu} = \frac{3 \cdot 15}{16,6 \cdot 10^{-6}} = 2,71 \cdot 10^6$$

$$\begin{aligned} - Nu &= 0,0296 \cdot Pr^{1/3} \cdot Re^{4/5} \\ &= 0,0296 \cdot (0,7060)^{1/3} \cdot (2,71 \cdot 10^6)^{4/5} \\ &= 2669,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - h &= \frac{2669,92 \cdot 0,0269}{15} \\ &= 2,79 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} = 2,404 \text{ kcal/m}^2 \text{ hr } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

maka :

$$U = \frac{1}{\frac{0,015}{39} + \frac{1}{2,404}} = 2,4 \text{ kcal/m}^2 \text{ hr } ^\circ\text{C}$$

Beban panas yang masuk ke kamar mesin melalui pelat lambung ditentukan dengan persamaan :

$$q = U \cdot A \cdot \Delta T_{\text{menyeluruh}}$$

\* untuk pelat lambung sebelah kanan

$$\begin{aligned} q &= 2,4 \cdot (1,97 \cdot 13,2) \cdot (52,39 - 40) \\ &= 773,25 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

\* untuk pelat lambung sebelah kiri

$$\begin{aligned} q &= 2,4 \cdot (1,97 \cdot 4,8) \cdot (41,1 - 40) \\ &= 24,96 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

Total beban panas yang masuk ke kamar mesin pada jam 10.00 adalah :

$$q_r = 773,25 + 24,96 = 798,21 \text{ kcal/hr}$$

#### Pukul 12.00

Ketinggian mataharianya sebesar :

$$\begin{aligned} \sin h &= \sin 0^\circ \cdot \sin 0,30^\circ + \cos 0^\circ \cdot \cos 0,30^\circ \cdot \cos 15^\circ \\ &= 0,999 \end{aligned}$$

$$h = 89,7^{\circ}$$

Radiasi matahari tak langsung ( terpencar ) pada pelat lambung sebelah kanan :

$$J_{\text{e}} = 270 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}$$

Radiasi matahari tak langsung ( terpencar ) pada pelat lambung sebelah kiri :

$$J_{\text{e}} = 270 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}$$

Temperatur ekivalen radiasi matahari :

\* untuk pelat lambung sebelah kanan,

$$\begin{aligned} T_{\text{e}} &= 0,7 \cdot 0,05 \cdot 270 \\ &= 9,45^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

\* untuk pelat lambung sebelah kiri,

$$\begin{aligned} T_{\text{e}} &= 0,7 \cdot 0,05 \cdot 270 \\ &= 9,45^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Suhu udara matahari ( S A T ) besarnya :

\* untuk pelat lambung sebelah kanan,

$$T_{\text{SAT}} = 9,45^{\circ}\text{C} + 32^{\circ}\text{C} = 41,45^{\circ}\text{C}$$

\* untuk pelat lambung sebelah kiri,

$$T_{\text{SAT}} = 9,45^{\circ}\text{C} + 32^{\circ}\text{C} = 41,45^{\circ}\text{C}$$

Beban panas yang masuk ke kamar mesin melalui pelat lambung besarnya :

\* untuk pelat lambung sebelah kanan

$$\begin{aligned} q &= 2,4 \cdot ( 1,97 \cdot 13,2 ) \cdot ( 41,45 - 40 ) \\ &= 90,493 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

\* untuk pelat lambung sebelah kiri

$$\begin{aligned} q &= 2,4 \cdot ( 1,97 \cdot 4,8 ) \cdot ( 41,45 - 40 ) \\ &= 32,90 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

Total beban panas yang masuk ke kamar mesin pada jam 12.00 adalah :

$$\begin{aligned} q_{\text{r}} &= 90,493 + 32,90 \\ &= 123,39 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

Pukul 14.00

Ketinggian matahari sebesar :

$$\begin{aligned}\sin h &= \sin 0^\circ \cdot \sin 0,30^\circ + \cos 0^\circ \cdot \cos 0,30^\circ \cdot \cos 15^\circ \\ &= 0,8660 \\ h &= 60,0^\circ\end{aligned}$$

Radiasi matahari tak langsung ( terpencar ) pada pelat lambung sebelah kanan :

$$J_s = 260 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}$$

Radiasi matahari langsung pada pelat lambung sebelah kiri besarnya :

$$\begin{aligned}J_v &= 1164 \cdot p^{\cos h} \cdot \cos h \\ &= 1164 \cdot 0,6^{\cos 60,0^\circ} \cdot \cos 60,0^\circ \\ &= 322,67 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}\end{aligned}$$

Radiasi matahari tak langsung ( terpencar ) pada pelat lambung sebelah kiri :  $J_s = 260 \text{ kcal/m}^2 \text{ jam}$

Temperatur ekivalen radiasi matahari :

\* untuk pelat lambung sebelah kanan,

$$\begin{aligned}T_e &= 0,7 \cdot 0,05 \cdot 260 \\ &= 9,1^\circ\text{C}\end{aligned}$$

\* untuk pelat lambung sebelah kiri,

$$\begin{aligned}T_e &= 0,7 \cdot 0,05 \cdot 582,67 \\ &= 20,393^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Suhu udara matahari ( S A T ) besarnya :

\* untuk pelat lambung sebelah kanan,

$$T_{SAT} = 9,1^\circ\text{C} + 32^\circ\text{C} = 41,1^\circ\text{C}$$

\* untuk pelat lambung sebelah kiri,

$$T_{SAT} = 20,393^\circ\text{C} + 32^\circ\text{C} = 52,393^\circ\text{C}$$

Beban panas yang masuk ke kamar mesin melalui pelat lambung besarnya :

\* untuk pelat lambung sebelah kanan

$$q = 2,4 \cdot (1,97 \cdot 13,2) \cdot (41,1 - 40) \\ = 68,65 \text{ kcal/hr}$$

\* untuk pelat lambung sebelah kiri

$$q = 2,4 \cdot (1,97 \cdot 4,8) \cdot (52,393 - 40) \\ = 281,25 \text{ kcal/hr}$$

Total beban panas yang masuk ke kamar mesin pada jam 14.00 adalah :

$$q_r = 68,65 + 281,25 \\ = 349,9 \text{ kcal/hr}$$

Dari ketiga perhitungan di atas, beban panas maksimum, terjadi pada pukul 10.00 sebesar :

$$q_r = 798,21 \text{ kcal/hr}$$

Jadi besarnya beban panas yang terjadi pada kamar mesin adalah sebagai berikut :

1. Beban kalor dari dalam kamar mesin

- Main Engine	$q_{ME} = 63713,28$	kcal/hr
- Diesel Generator	$q_{AE} = 22766,4$	kcal/hr
- Motor listrik	$q_{ML} = 20983,98$	kcal/hr
- Lampu penerangan	$q_L = 622,80$	kcal/hr
- Pekerja	$q_P = 450$	kcal/hr

2. Beban kalor dari luar kamar mesin

- Radiasi matahari	$q_R = 798,21$	kcal/hr
--------------------	----------------	---------

---


$$\text{Beban panas total} \quad q = 109000,00 \text{ kcal/hr}$$

### VIII.1.2 Fan Untuk Kamar Mesin

Udara segar dimasukkan secara paksa ke kamar mesin oleh fan, sedangkan udara kotor terdesak keluar melalui lubang - lubang ventilasi yang ada di kamar mesin. Adapun jumlah udara yang diperlukan adalah sebagai berikut :



## 1. Untuk mengatasi radiasi panas :

$$Q_r = \frac{H}{60 \cdot \rho \cdot C_{fa} \cdot t} \quad \text{m}^3/\text{mnt}$$

dimana :

\* H = panas yang didisipasi  
= 109000 kcal/hr

\*  $\rho$  = density of dry air  
= 1,165 kg/m<sup>3</sup>

\*  $C_{fa}$  = spesific heat at constant pressure  
= 0,24 kcal/kg<sup>o</sup>C

\* t = temperatur rise = 5,6 - 8,4 <sup>o</sup>C

maka :

$$Q_r = \frac{109000}{60 \cdot 1,165 \cdot 0,24 \cdot 6} \\ = 1090 \text{ m}^3/\text{mnt}$$

## 2. Untuk udara pembakaran :

- Main Engine :

$$Q_{ME} = \frac{F \cdot V \cdot m \cdot P}{60} \quad \text{m}^3/\text{mnt}$$

dimana :

F = fuel consumption at MCR  
= 0,128 kg/HP hr

V = banyak udara yang diperlukan untuk pembakaran 1 kg  
bahan bakar = 1,2 m<sup>3</sup>/kg

m = excessive ratio  
= 3,6 ( untuk two stroke diesel engine )

P = 2440 HP

maka :

$$Q_{ME} = \frac{0,128 \cdot 1,2 \cdot 3,6 \cdot 2440}{60} = 22,49 \text{ m}^3/\text{mnt}$$

- Generator Engine :

$$\begin{aligned}\text{Diambil } Q_{GE} &= 25 \% \cdot Q_{ME} \\ &= 25 \% \cdot 22,49 = 5,63 \text{ m}^3/\text{mnt}\end{aligned}$$

Maka:

$$Q_P = Q_{ME} + Q_{GE} = 22,49 + 5,63 = 28,12 \text{ m}^3/\text{mnt}$$

Jumlah udara yang diperlukan :

- Untuk mengatasi radiasi panas	$Q_R = 1090,00 \text{ m}^3/\text{mnt}$
- Untuk udara pembakaran	$Q_P = 28,12 \text{ m}^3/\text{mnt}$
	<hr/>
	$Q = 1118,12 \text{ m}^3/\text{mnt}$

Mengingat masih adanya kebutuhan untuk workshop dan control room, maka diambil  $Q = 1200 \text{ m}^3/\text{mnt}$ . Yang mana kebutuhan udara untuk kamar mesin ini disalurkan melalui 2 buah saluran, sehingga masing - masing saluran udara dilalui  $Q = 600 \text{ m}^3/\text{mnt}$ .

Fan yang dipakai :

Jumlah : 2 buah  
Merk : Taiyo Marine Fan  
Type : FA 90 - 3  
Volume :  $600 \text{ m}^3/\text{mnt}$   
Static Pressure : 30 mm Aq  
Daya motor : 7,5 kw  
Putaran : 1200 rpm

### VIII.1.3 Fan Untuk Ruang Muat

Ventilasi dalam ruang muat dimaksudkan untuk menjaga komposisi dan kelembaban udara, sehingga kondisi muatan tetap dalam keadaan baik. Untuk supply udara segar direncanakan memakai fan. Sedangkan untuk exhaust memakai sistem natural, dimana udara kotor keluar melalui 2 buah deflektor dengan ventilator head berbentuk mushroom.

## 1. Ruang Muat I

Untuk sistem inlet :

$$Q = n_{re} \cdot V_{com} \quad m^3/jam$$

dimana :

Q = jumlah udara yang diperlukan

 $n_{re}$  = banyak pergantian udara = 10 kali/jam $V_{com}$  = volume ruang muat = 1681,13 m<sup>3</sup>

maka :

$$\begin{aligned} Q &= 10 \cdot 1681,13 \\ &= 16811,3 \text{ m}^3/jam = 180,2 \text{ m}^3/mnt \end{aligned}$$

Fan yang dipakai :

Jumlah : 1 buah  
 Merk : Taiyo Marine Fan  
 Type : FA 65 - 1  
 Volume : 200 m<sup>3</sup>/mnt  
 Static Pressure : 30 mm Aq  
 Daya motor : 2,2 kw  
 Putaran : 1800 rpm

Untuk sistem exhaust :

Ukuran deflektor :

$$Q = 3600 \cdot V \cdot f$$

dimana :

Q = kapasitas deflektor

V = kecepatan aliran udara melalui deflektor

= 2 - 4 m/det

f = luas penampang deflektor = 0,785 . d<sup>2</sup>

maka :

$$Q = 3600 \cdot V \cdot 0,785 \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Q}{3600 \cdot V \cdot 0,785}}$$

$$= \sqrt{\frac{6000}{3600 \cdot 4 \cdot 0,785}} = 0,42 \text{ m}$$

## 2. Ruang Muat II

Untuk sistem inlet :

$$\begin{aligned} Q &= n_{re} \cdot V_{com} \quad \text{m}^3/\text{jam} \\ Q &= 10 \cdot 2308,8 \\ &= 23088 \text{ m}^3/\text{jam} = 284,8 \text{ m}^3/\text{mnt} \end{aligned}$$

Fan yang dipakai :

Jumlah : 1 buah  
 Merk : Taiyo Marine Fan  
 Type : FA 75 - 2  
 Volume : 300 m<sup>3</sup>/mnt  
 Static Pressure : 35 mm Aq  
 Daya motor : 5,5 kw  
 Putaran : 1800 rpm

Untuk sistem exhaust :

Ukuran deflektor :

$$Q = 3600 \cdot V \cdot f$$

dimana :

Q = kapasitas deflektor

V = kecepatan aliran udara melalui deflektor  
 = 2 - 4 m/det

f = luas penampang deflektor = 0,785 . d<sup>2</sup>

maka :

$$Q = 3600 \cdot V \cdot 0,785 \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Q}{3600 \cdot V \cdot 0,785}}$$

$$= \sqrt{\frac{9000}{3600 \cdot 4 \cdot 0,785}} = 0,43 \text{ m}$$

### 3. Ruang Muat III

Untuk sistem inlet :

$$\begin{aligned} Q &= n_{re} \cdot V_{com} \quad \text{m}^3/\text{jam} \\ &= 10 \cdot 2251 \\ &= 22510 \text{ m}^3/\text{jam} = 275,17 \text{ m}^3/\text{mnt} \end{aligned}$$

Fan yang dipakai :

Jumlah : 1 buah  
 Merk : Taiyo Marine Fan  
 Type : FA 75 - 2  
 Volume : 300 m<sup>3</sup>/mnt  
 Static Pressure : 35 mm Aq  
 Daya motor : 5,5 kw  
 Putaran : 1800 rpm

Untuk sistem exhaust :

Ukuran deflektor :

$$Q = 3600 \cdot V \cdot f$$

dimana :

Q = kapasitas deflektor

V = kecepatan aliran udara melalui deflektor

$$= 2 - 4 \text{ m/det}$$

$$f = \text{luas penampang deflektor} = 0,785 \cdot d^2$$

maka :

$$Q = 3600 \cdot V \cdot 0,785 \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Q}{3600 \cdot V \cdot 0,785}}$$

$$= \sqrt{\frac{9000}{3600 \cdot 4 \cdot 0,785}} = 0,43 \text{ m}$$

VIII.2 Air Condition

Adapun ruangan yang akan dikondisikan antara lain :

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Mess Room Poop Deck | 8. Chief Officer Room   |
| 2. Mess Room Main Deck | 9. Chief Engineer Room  |
| 3. Radio Officer Room  | 10. Recreation Room     |
| 4. Radio Room          | 11. Second Officer Room |
| 5. Master Room         | 12. Engine Office       |
| 6. Chart Room          | 13. Whell House         |
| 7. Tally Officer Room  |                         |

Untuk dinding dari tiap ruangan dianggap menggunakan bahan atau jenis yang standard dimana pada "Marine Engineering Hand Book", mempunyai harga koefisien of heat transfer sebagai berikut :

NO	M A T E R I A L	Coefficient of Heat Transfer Btu/hr.sq.ft.deg dif
1	Inside Bulkhead	1,00
2	Outside (12 knot Wind)	1,10
3	Outside steel air space Marine board	0,45
4	Rock wool-steel metal facing	0,2
5	Rock wool-marine board	0,19
6	Rock wool-air space marine board	0,15

7	Glass wool-glass clotch	0,19
8	Cork paintedeel metal facing	0,25
9	Steel deck painted-magnesite covering	0,55
10	Wood deck-steel painted	0,31
11	Marine board bulkhead	0,48
12	Airport light (closed)	0,5

Temperatur pada kawasan tropis dianggap standart pula dan untuk perbedaan temperatur :

Temperatur udara luar diasumsikan :  $T = 30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$

Temperatur ruang direncanakan :  $T = 21^{\circ}\text{C} = 70^{\circ}\text{F}$

Temperatur ruangan lain diasumsikan :  $T = 27^{\circ}\text{C} = 81^{\circ}\text{F}$

Untuk panas yang dibebaskan manusia dapat dilihat pada tabel 40 (Lampiran)

Untuk Perhitungan beban pendingin ini dihitung dengan bantuan program Lotus 123, hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

### 1. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN MESS ROOM POOP DECK

RUANGAN	p G0	1 G0	T1 (F)	T2 (F)	U	H (Q4/hr)
- Dinding depan	2.80	2.30	70.00	81.00	1.00	0.22
- Dinding samping kanan	4.20	2.30	70.00	81.00	1.00	0.34
- Dinding samping kiri	4.20	2.30	70.00	86.00	1.10	0.54
- Dinding belakang	2.80	2.30	70.00	81.00	1.00	0.22
- Atap	4.20	2.80	70.00	86.00	0.20	0.12
- Lantai	4.20	2.80	70.00	81.00	0.20	0.08
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.12	1.08				0.13
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	75.00	10.00				0.87

Total beban pendinginan 2.52

### 3. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN KAMAR RADIO OFFICER

RUANGAN	p G0	1 G0	T1 (F)	T2 (F)	U	H (Q4/hr)
- Dinding depan	2.00	2.30	70.00	81.00	1.00	0.16
- Dinding samping kanan	3.00	2.30	70.00	86.00	1.10	0.38
- Dinding samping kiri	3.00	2.30	70.00	86.00	1.00	0.36
- Dinding belakang	2.00	2.30	70.00	86.00	1.10	0.26
- Atap	3.00	2.00	70.00	81.00	0.20	0.04
- Lantai	3.00	2.00	70.00	81.00	0.20	0.04
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.04	1.08				0.04
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 1.36

### 2. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN MESS ROOM MAIN DECK

RUANGAN	p G0	1 G0	T1 (F)	T2 (F)	U	H (Q4/hr)
- Dinding depan	2.80	2.30	70.00	81.00	1.00	0.22
- Dinding samping kanan	4.40	2.30	70.00	81.00	1.00	0.36
- Dinding samping kiri	4.40	2.30	70.00	86.00	1.10	0.56
- Dinding belakang	2.80	2.30	70.00	81.00	1.00	0.22
- Atap	4.40	2.80	70.00	86.00	0.20	0.12
- Lantai	4.40	2.80	70.00	81.00	0.20	0.09
- 2 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	0.01
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.12	1.08				0.13
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	75.00	10.00				0.87

Total beban pendinginan 2.58

### 4. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN RADIO ROOM

RUANGAN	p G0	1 G0	T1 (F)	T2 (F)	U	H (Q4/hr)
- Dinding depan	2.20	2.30	70.00	81.00	1.00	0.18
- Dinding samping kanan	1.80	2.30	70.00	86.00	1.10	0.23
- Dinding samping kiri	1.80	2.30	70.00	86.00	1.00	0.21
- Dinding belakang	2.20	2.30	70.00	81.00	1.00	0.18
- Atap	2.20	1.80	70.00	86.00	0.20	0.04
- Lantai	2.20	1.80	70.00	81.00	0.20	0.03
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.04	1.08				0.04
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 0.99



# 5. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN KAMAR MASTER

RUANGAN	p (°C)	l (°C)	T1 (°F)	T2 (°F)	U	H (kWh/hr)
- Dinding depan	2.40	2.30	70.00	86.00	1.10	0.31
- Dinding samping kanan	3.20	2.30	70.00	81.00	1.00	0.26
- Dinding samping kiri	3.20	2.30	70.00	86.00	1.10	0.41
- Dinding belakang	2.40	2.30	70.00	81.00	1.00	0.19
- Atap	3.20	2.40	70.00	86.00	0.20	0.08
- Lantai	3.20	2.40	70.00	81.00	0.20	0.05
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.04	1.08				0.04
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia:	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 1.43

# 7. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN TALLY OFFICER ROOM

RUANGAN	p (°C)	l (°C)	T1 (°F)	T2 (°F)	U	H (kWh/hr)
- Dinding depan	2.40	2.30	70.00	81.00	1.00	0.19
- Dinding samping kanan	2.40	2.30	70.00	81.00	1.00	0.19
- Dinding samping kiri	2.40	2.30	70.00	86.00	1.10	0.31
- Dinding belakang	2.40	2.30	70.00	86.00	1.00	0.28
- Atap	2.40	2.40	70.00	86.00	0.20	0.06
- Lantai	2.40	2.40	70.00	81.00	0.20	0.04
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.04	1.08				0.04
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia:	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 1.20

# 6. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN CHART ROOM

RUANGAN	p (°C)	l (°C)	T1 (°F)	T2 (°F)	U	H (kWh/hr)
- Dinding depan	2.20	2.30	70.00	81.00	1.00	0.18
- Dinding samping kanan	2.40	2.30	70.00	86.00	1.00	0.28
- Dinding samping kiri	2.40	2.30	70.00	86.00	1.10	0.31
- Dinding belakang	2.20	2.30	70.00	81.00	1.00	0.18
- Atap	2.40	2.20	70.00	86.00	0.20	0.05
- Lantai	2.40	2.20	70.00	81.00	0.20	0.04
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.02	1.08				0.02
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia:	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 1.14

# 8. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN CHIEF OFFICER ROOM

RUANGAN	p (°C)	l (°C)	T1 (°F)	T2 (°F)	U	H (kWh/hr)
- Dinding depan	3.20	2.30	70.00	81.00	1.10	0.28
- Dinding samping kanan	2.40	2.30	70.00	86.00	1.00	0.28
- Dinding samping kiri	2.40	2.30	70.00	81.00	1.00	0.19
- Dinding belakang	3.20	2.30	70.00	86.00	1.00	0.37
- Atap	3.20	2.40	70.00	86.00	0.20	0.08
- Lantai	3.20	2.40	70.00	81.00	0.20	0.05
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.08	1.08				0.09
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia:	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 1.43

## 9. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN CHIEF ENGINEER ROOM

RUANGAN	p G0	l G0	T1 (F)	T2 (F)	U	H (Btu/hr)
- Dinding depan	2.40	2.30	70.00	86.00	1.10	0.31
- Dinding samping kanan	3.20	2.30	70.00	81.00	1.00	0.26
- Dinding samping kiri	3.20	2.30	70.00	86.00	1.10	0.41
- Dinding belakang	2.40	2.30	70.00	81.00	1.00	0.19
- Atap	3.20	2.40	70.00	86.00	0.20	0.08
- Lantai	3.20	2.40	70.00	81.00	0.20	0.05
- 2 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	0.01
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.08	1.08				0.09
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 1.47

## 11. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN SECOND OFFICER ROOM

RUANGAN	p G0	l G0	T1 (F)	T2 (F)	U	H (Btu/hr)
- Dinding depan	3.20	2.30	70.00	81.00	1.10	0.28
- Dinding samping kanan	2.40	2.30	70.00	86.00	1.00	0.28
- Dinding samping kiri	2.40	2.30	70.00	81.00	1.00	0.19
- Dinding belakang	3.20	2.30	70.00	86.00	1.00	0.37
- Atap	3.20	2.40	70.00	86.00	0.20	0.08
- Lantai	3.20	2.40	70.00	81.00	0.20	0.05
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.08	1.08				0.09
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 1.43

## 10. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN RECREATION ROOM

RUANGAN	p G0	l G0	T1 (F)	T2 (F)	U	H (Btu/hr)
- Dinding depan	3.00	2.30	70.00	81.00	1.00	0.24
- Dinding samping kanan	2.60	2.30	70.00	81.00	1.10	0.23
- Dinding samping kiri	2.60	2.30	70.00	86.00	1.00	0.30
- Dinding belakang	3.00	2.30	70.00	81.00	1.00	0.24
- Atap	3.00	2.60	70.00	86.00	0.20	0.08
- Lantai	3.00	2.60	70.00	81.00	0.20	0.05
- 2 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	0.01
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.04	1.08				0.04
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	75.00	10.00				0.87

Total beban pendinginan 2.06

## 12. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN ENGINE OFFICE

RUANGAN	p G0	l G0	T1 (F)	T2 (F)	U	H (Btu/hr)
- Dinding depan	2.80	2.30	70.00	81.00	1.00	0.22
- Dinding samping kanan	2.80	2.30	70.00	86.00	1.00	0.33
- Dinding samping kiri	2.80	2.30	70.00	81.00	1.10	0.25
- Dinding belakang	2.80	2.30	70.00	81.00	1.00	0.22
- Atap	2.80	2.80	70.00	86.00	0.20	0.08
- Lantai	2.80	2.80	70.00	81.00	0.20	0.05
- 1 Jendela kaca bulat	0.40		70.00	86.00	0.50	.00
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.08	1.08				0.09
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	75.00	1.00				0.09

Total beban pendinginan 1.33

13. PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN WELL HOUSE

RUANGAN	p G0	l G0	T1 (°F)	T2 (°F)	U	H (Btu/hr)
- Dinding depan	9.60	2.30	70.00	86.00	1.10	1.23
- Dinding samping kanan	2.40	2.30	70.00	86.00	1.10	0.31
- Dinding samping kiri	2.40	2.30	70.00	86.00	1.10	0.31
- Dinding belakang	9.60	2.30	70.00	81.00	0.19	0.15
- Atap	9.60	2.40	70.00	86.00	0.20	0.23
- Lantai	9.60	2.40	70.00	81.00	0.20	0.16
- Jendela dan pintu						
* Jendela kaca depan	7.00	1.00	70.00	86.00	0.50	0.18
* Jendela kiri-kanan	2.00	1.00	70.00	86.00	0.50	0.05
* Pintu kiri-kanan	4.00	1.80	70.00	86.00	0.19	0.07
	Daya	Koef.				
- Sumber panas dari lampu	0.08	1.08				0.09
	B.Kalor	Orang				
- Sumber panas dari manusia	100.00	3.00				0.36

Total beban pendinginan 3.11  
 TOTAL BEBAN PENDINGINAN 22.04 Kw/hr

Dari perhitungan didapat beban pendinginan total : 22,04 KW/hr  
Refrigerant yang digunakan adalah : Freon 22 , yang mana dari grafik didapat :

- Entalphi jenuh pada  $T = 21^{\circ}\text{C} \longrightarrow h_1 = 404,9 \text{ kJ/kg}$
- Entalphi jenuh pada  $T = 30^{\circ}\text{C} \longrightarrow h_2 = 430,0 \text{ kJ/kg}$
- Entalphi jenuh pada  $T = 30^{\circ}\text{C} \longrightarrow h_3 \text{ \& } h_4 = 243 \text{ kJ/kg}$

Dampak refrigerasi (  $h_1 - h_4$  ) = 161,8 kJ/kg

$$\begin{aligned} \text{Laju daur refrigerant} &= \frac{\text{Beban pendinginan}}{\text{Dampak refrigerasi}} \\ &= \frac{22,04}{161,8} = 0,136 \text{ kg/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya kompresor} &= 0,136 ( h_2 - h_1 ) \\ &= 0,136 ( 430,0 - 404,9 ) \\ &= 3,4 \text{ kw} \end{aligned}$$

### VIII.3 Pemanas Ruangan

Sesuai dengan pearencanaan awal, bahwa kapal direncanakan untuk berlayar Surabaya - Tokyo. Kondisi cuaca di Indonesia tidak ada permasalahan dikarenakan daerah tropis akan tetapi di Tokyo Jepang kondisi atau cuacanya dingin.

Untuk itu diperlukan pemanas ruangan.

Daya pemanas ruangan yang menggunakan listrik menurut buku "Marine Auxiliary Machinery and Systems" oleh Khetagurov, dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$N_e = 0,53.[(5,4.A_r + 10,8.A_j + 0,4.V_r.(t_1 - t_o))](\text{ Watt })$$

dimana :

$A_r$  = luas geladak, sisi-sisi, bulkheads dari ruangan ( $\text{m}^2$ )

$A_j$  = luas port light dan sky light ( $\text{m}^2$ )

$V_r$  = volume ruangan ( $\text{m}^3$ )

$t_1$  = temperatur udara ruangan ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_o$  = temperatur udara luar ( $^{\circ}\text{C}$ )

Dalam perhitungan ini, untuk mempercepat digunakan program komputer Lotus 123 untuk seluruh ruangan di kapal.

## I. Main Deck

[illegible]

## II. Poop Deck

RUANGAN	DIMENSI RUANGAN			LUAS DINDING & ATAP (M <sup>2</sup> )	JUMLAH JENDELA	LUAS PER SATU JENDELA (M <sup>2</sup> )	VOLUME RUANGAN (M <sup>3</sup> )	DAYA PANAS RUANGAN (WATT)
	P (M)	L (M)	T (M)					
1. 3rd Officer	2.400	2.200	2.300	31.720	2	0.126	12.144	2170.911
2. 3rd Engineer	2.400	2.200	2.300	31.720	1	0.126	12.144	2154.395
3. 2nd Engineer	2.800	2.400	2.300	37.360	1	0.126	15.456	2540.119
4. Quarter Master	2.400	2.200	2.300	31.720	1	0.126	12.144	2154.395
5. Quarter Master	2.400	2.200	2.300	31.720	2	0.126	12.144	2170.911
6. Recreation	3.000	2.600	2.300	41.360	1	0.126	17.940	2814.337
7. Quarter Master	2.600	2.200	2.300	33.520	1	0.126	13.156	2277.280
8. Hospital	3.000	1.800	2.300	32.880	2	0.126	12.420	2248.277
9. Chief Cook & Ass.	2.800	2.200	2.300	35.320	1	0.126	14.168	2400.165
10. Galley	3.000	1.600	2.300	30.760	2	0.126	11.040	2102.633
11. Mess Room	4.200	2.800	2.300	55.720	2	0.126	27.048	3816.222
TOTAL :							26849.646	

### III. Boat Deck

[illegible]

#### IV. Navigation Deck

RUANGAN	DIMENSI RUANGAN			LUAS DINDING & ATAP (M <sup>2</sup> )	JUMLAH JENDELA	LUAS PER SATU JENDELA (M <sup>2</sup> )	VOLUME RUANGAN (M <sup>3</sup> )	DAYA PANAS RUANGAN (WATT)
	P (M)	L (M)	T (M)					
1. Wheel House Room	9.600	2.400	2.300	101.280	1	8.252	52.992	7714.646
2. Radio Room	2.200	1.800	2.300	26.320	1	0.126	9.108	1785.741
3. Radio Officer	3.000	2.000	2.300	35.000	1	0.126	13.800	2377.405
4. Chart Room	2.400	2.200	2.300	31.720	1	0.126	12.144	2154.395
TOTAL :							11877.793	

Sebagai contoh perhitungan :

Untuk Master Room dengan ukuran 3,2 x 2,4 x 2,3 m

a. Luas dinding dan atap ( $A_r$ ).

$$\begin{aligned} - \text{Lantai dan atap} &= 2 \times 3,2 \times 2,4 = 15,36 \text{ m}^2 \\ - 2 \text{ sisi depan} &= 2 \times 2,4 \times 2,3 = 11,04 \text{ m}^2 \\ - 2 \text{ sisi samping} &= 2 \times 3,2 \times 2,3 = 14,72 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Luas jendela ( $A_j$ ).

Direncanakan terdapat dua type jendela :

- Jendela bundar  $\phi = 40 \text{ cm}$
- Jendela kotak 50 x 50 cm

Untuk ruangan Captain Officer menggunakan 2 jendela bundar

$$\begin{aligned} A_j &= 2 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot (0,4)^2 \\ &= 0,252 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Volume ruangan ( $V_r$ ).

$$\begin{aligned} V_r &= p \times l \times t \\ &= 3,2 \times 2,4 \times 2,3 = 17,644 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

d. Temperatur udara.

Dalam buku "Penyegaran Udara" oleh Wiranto Arismunandar dan Heizo Saito, bahwa musim terdingin di Jepang jatuh pada bulan Januari  $t_o = 4,1^\circ\text{C}$  dan  $t_i = 27^\circ\text{C}$ .

Maka daya pemanas untuk ruangan Captain Officer :

$$\begin{aligned} N_o &= 0,53 \cdot [(5,4 \cdot 41,12 + 10,8 \cdot 0,252 + 0,4 \cdot 17,64) \cdot (27 - 4,1)] \\ &= 2813,78 \text{ W} \\ &= 2,81 \text{ KW} \end{aligned}$$

Dari Perhitungan dengan Lotus 123 didapat total daya kebutuhan untuk pemanas ruangan adalah sebesar 89486,111 Watt atau 89,486 kW.

#### VIII.4 Beban Pendinginan Cold Store

Untuk melakukan perhitungan beban pendinginan cold store ini, diasumsikan pada keadaan yang paling ekstrem, dimana beban pendinginan masih mampu dilayani.

Penyekat / pelapis yang digunakan untuk menghambat berpindahnya panas, menggunakan jenis cork ( refrigerated space ), dengan tebal isolasi = 12 in.

Harga coefficient of heat transfer, dari Marine Engineering Handbook sebesar :

$$U = 0,04 \text{ BTU/hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Temperatur udara luar diasumsikan :  $T = 30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$

Temperatur kamar lain diasumsikan :  $T = 27^\circ\text{C} = 81^\circ\text{F}$

Temperatur cold store direncanakan :  $T = -1^\circ\text{C} = 30^\circ\text{F}$

Besarnya beban pendinginan akibat hantaran panas melalui dinding ditentukan dengan persamaan :

$$H = U \cdot A \cdot \Delta t \quad \text{BTU/hr}$$

\* Untuk dinding depan :

$$A = 1,6 \times 2,3 = 3,68 \text{ m}^2 = 40,07 \text{ ft}^2$$

$$H = 0,04 \cdot 40,07 ( 81 - 30 )$$

$$= 81,74 \text{ BTU/hr} = 0,024 \text{ kw}$$

\* Untuk dinding belakang :

$$A = 1,6 \times 2,3 = 3,68 \text{ m}^2 = 40,07 \text{ ft}^2$$

$$H = 0,04 \cdot 40,07 ( 81 - 30 )$$

$$= 81,74 \text{ BTU/hr} = 0,024 \text{ kw}$$

\* Untuk dinding samping luar :

$$A = 2 \times 2,3 = 4,6 \text{ m}^2 = 50,09 \text{ ft}^2$$

$$H = 0,04 \cdot 50,09 ( 86 - 30 )$$

$$= 112,2 \text{ BTU/hr} = 0,033 \text{ kw}$$

\* Untuk dinding samping dalam :

$$A = 2 \times 2,3 = 4,6 \text{ m}^2 = 50,09 \text{ ft}^2$$

$$H = 0,04 \cdot 50,09 ( 86 - 30 )$$

$$= 112,2 \text{ BTU/hr} = 0,033 \text{ kw}$$



\* Untuk dinding atas :

$$A = 2 \times 1,6 = 3,2 \text{ m}^2 = 34,84 \text{ ft}^2$$

$$H = 0,04 \cdot 34,84 (81 - 30)$$

$$= 71,07 \text{ BTU/hr} = 0,02 \text{ kw}$$

\* Untuk dinding bawah :

$$A = 2 \times 1,6 = 3,2 \text{ m}^2 = 34,84 \text{ ft}^2$$

$$H = 0,04 \cdot 34,84 (81 - 30)$$

$$= 71,07 \text{ BTU/hr} = 0,02 \text{ kw}$$

Beban pendinginan yang berasal dari penerangan besarnya :

$$H = \text{total watt} \times 3,41 \text{ BTU/hr}$$

$$= 60 \times 3,41 = 204,6 \text{ BTU/hr} = 0,06 \text{ kw}$$

Beban pendinginan yang berasal dari bahan makanan :

$$H = \text{berat bahan} \times \text{panas latent} \text{ kw}$$

Jumlah A.B.K : 27 orang

Lama pelayaran diperkirakan : 11 hari

Bahan	Konsumsi per hari ( kg/org hr )	kapasitas ( kg )	panas latent ( kw /kg )
Beras	1,5	445,5	-
Telur	0,25	74,25	0,015
Daging	0,25	74,25	0,0152
Ikan	0,25	74,25	0,0152
Sayur	0,75	222,75	0,021
Buah	1,00	297	138

$$H_{\text{telur}} = 74,25 \cdot 0,0155 = 1,15$$

$$H_{\text{daging}} = 74,25 \cdot 0,0152 = 1,128$$

$$H_{\text{ikan}} = 74,25 \cdot 0,0152 = 1,128$$

$$H_{\text{sayur}} = 222,75 \cdot 0,0179 = 3,987$$

$$H_{\text{buah}} = 297 \cdot 0,0179 = 5,316$$

$$H = 12,71 \text{ kw}$$

Beban pendinginan total :

1. Akibat hantaran panas = 0,193
2. Akibat penerangan = 0,06
3. Akibat bahan makanan = 12,71

$$H_{\text{total}} = 12,96 \text{ kw}$$

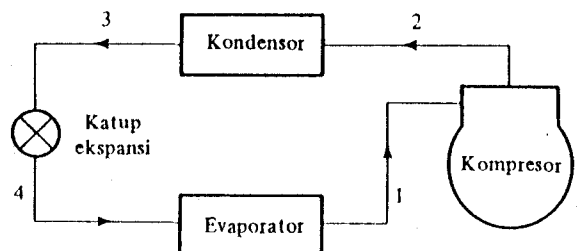
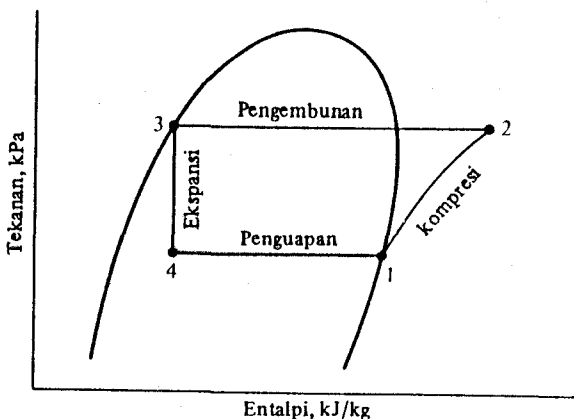
Refrigerant yang digunakan adalah : Freon 22, yang mana dari grafik didapat :

- Entalphi jenuh pada  $T = -1^{\circ}\text{C} \longrightarrow h_1 = 404,9 \text{ kJ/kg}$
- Entalphi jenuh pada  $T = 30^{\circ}\text{C} \longrightarrow h_2 = 430,0 \text{ kJ/kg}$
- Entalphi jenuh pada  $T = 30^{\circ}\text{C} \longrightarrow h_3 \text{ \& } h_4 = 243 \text{ kJ/kg}$

$$\text{Dampak refrigerasi } ( h_1 - h_4 ) = 161,8 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju daur refrigerant} &= \frac{\text{Beban pendinginan}}{\text{Dampak refrigerasi}} \\ &= \frac{12,96}{161,8} = 0,08 \text{ kg/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya kompresor} &= 0,104 ( h_2 - h_1 ) \\ &= 0,08 ( 430,0 - 404,9 ) \\ &= 2,008 \text{ kw} \end{aligned}$$



Gambar 2 . System Pendinginan Cold Store

## **BAB IX**

### **PERHITUNGAN KAPASITAS GENSET**

---

Perhitungan daya generator tergantung dari jumlah semua kebutuhan tenaga listrik, baik itu pada kondisi bongkar muat, berangkat, berlayar, pada siang dan malam. Peralatan tersebut meliputi :

1. Lampu - lampu navigasi
2. Penerangan ruangan di kapal
3. Permesinan dengan tenaga penggerak listrik

#### **IX.1 Perhitungan Daya Listrik untuk Lampu Navigasi**

Berdasarkan Diktat Perlengkapan Kapal

Lampu navigasi ini berkaitan dengan keselamatan pada saat kapal berlayar, yang meliputi :

##### **1. Mast head light**

- Jumlahnya tergantung dari panjang kapal dan daerah pelayaran, dimana untuk kapal dengan panjang lebih besar dari 45,75 m dan daerah pelayaran besar, jumlahnya 2 buah
- Warna lampu putih
- Sudut penyinaran  $225^{\circ}$
- Bisa dilihat dengan jelas sejauh 5 mil
- Daya tiap lampu 200 W

##### **2. Side light**

- Jumlah lampu 2 buah
- Diletakkan pada bagian samping bangunan atas
- Sebuah dipasang pada bagian kiri dengan warna merah dan sebuah dipasang di bagian kanan dengan warna hijau.
- Sudut penyinaran  $112,5^{\circ}$
- Bisa dilihat dengan jelas sejauh 2 mil
- Daya tiap lampu, 200 W

**3. Stern light**

- Jumlahnya 1 buah
- Ditempatkan di buritan kapal
- Warna lampu putih
- Daya lampu 100 W

**4. Anchor light**

- Jumlah lampu 1 buah
- Ditempatkan di haluan kapal
- Warna lampu putih
- Daya lampu 100 W

**5. Lampu Sorot**

- Jumlah lampu 4 buah
- Untuk keperluan bongkar muat
- Warna lampu putih
- Daya lampu 300 W

**IX.2 Perhitungan Daya Listrik untuk Penerangan Dikapal**

Dalam menentukan daya listrik yang dibutuhkan untuk penerangan di kapal, maka harus dihitung kebutuhan penerangan untuk tiap - tiap ruangan. Sebagai contoh perhitungan diambil satu ruangan dan untuk ruangan yang lain, perhitungan dilakukan dengan bantuan program komputer Lotus 123.

Adapun urutan perhitungannya adalah sebagai berikut :

**Untuk Wheel House****\* Dimensi ruangan :**

P = panjang ruangan = 2,4 m

L = lebar ruangan = 9,6 m

T = tinggi ruangan = 2,3 m

- \* Indeks ruang ( k ) dapat dihitung dengan persamaan :

$$k = \frac{P \times L}{h ( P + L )}$$

dimana :

$$h = \text{tinggi efektif ruangan, diambil } 0,8 \text{ m dari lantai} \\ = 2,3 - 0,8 = 1,5 \text{ m}$$

maka :

$$k = \frac{2,4 \cdot 9,6}{1,5 ( 2,4 + 9,6 )} = 1,28$$

- \* Jenis lampu yang digunakan : FL 20 W x 1
- \* Faktor refleksi ( r ) yang tergantung warna :
- Atap : warna putih  $\longrightarrow r_c = 0,75$
  - Dinding : warna hijau  $\longrightarrow r_w = 0,5$
  - Floor : warna hijau  $\longrightarrow r_f = 0,1$

- \* Efisiensi penerangan didapat dari brosur lampu ( Lampiran )

$$\text{untuk } k = 1,25 \quad , \quad \eta = 0,366$$

$$\text{untuk } k = 1,5 \quad , \quad \eta = 0,371$$

$$\text{maka untuk } k = 1,28 \quad \longrightarrow$$

$$\eta = 0,366 + \frac{1,28 - 1,25}{1,5 - 1,25} ( 0,371 - 0,366 ) \\ = 0,3667$$

- \* Kuat penerangan didapat dari :

$$\phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d}$$

dimana :

$$E = \text{fluksi yang dibutuhkan oleh ruangan ( lux )} \\ \text{dari tabel 19 ( Lampiran 11 ) didapat} \\ E = 100 \text{ lux}$$

$$A = \text{luas ruangan} = P \cdot L$$

$$= 2,4 \cdot 9,6$$

$$d = \text{faktor penyusutan, karena umur lampu}$$

$$= 0,7$$

maka :

$$\begin{aligned}\phi &= \frac{100 \cdot 2,4 \cdot 9,6}{0,367 \cdot 0,7} \\ &= 8968,47 \text{ lumen}\end{aligned}$$

\* Jumlah lampu yang diperlukan :

$$\begin{aligned}n &= \frac{\phi}{\phi_{\text{lampu}}} \\ &= \frac{8968,47}{2400} = 3,73\end{aligned}$$

Dipakai 4 lampu FL 20 W x 1 ( Daya = 80 W )

### IX.3 Analisa Beban Generator

Generator diperlukan untuk mensupply kebutuhan -kebutuhan listrik di kapal, yang jumlahnya disyaratkan minimum 2 buah dengan daya yang diperhitungkan sedemikian rupa sehingga jika terdapat kerusakan pada salah satu generator, kebutuhan tenaga listrik sewaktu kapal berlayar masih dapat dipenuhi oleh generator lainnya.

Daya generator dapat ditentukan dengan persamaan berikut sebagai berikut :

$$N_g = \frac{\text{total daya}}{\cos \phi}$$

dimana :

$$\cos \phi = \text{power factor} = 0,8$$

Untuk perhitungan total daya dilakukan dengan bantuan program komputer Lotus 123. Dari tabel tersebut, maka dapat dihitung

besarnya daya yang dibutuhkan dalam berbagai keadaan sesuai dengan besarnya total daya yang dibutuhkan, dimana besarnya adalah :

a. Daya yang dibutuhkan saat berlayar :

- Pada saat siang

$$Ng = \frac{211,6}{0,8} = 264,5 \text{ KVA}$$

- Pada saat malam

$$Ng = \frac{214,42}{0,8} = 268,025 \text{ kVA}$$

b. Daya yang dibutuhkan saat manuver :

- Pada saat siang

$$Ng = \frac{198,65}{0,8} = 248,31 \text{ kVA}$$

- Pada saat malam

$$Ng = \frac{200,93}{0,8} = 251,16 \text{ kVA}$$

c. Daya yang dibutuhkan saat berlabuh :

- Pada saat siang

$$Ng = \frac{340,41}{0,8} = 425,51 \text{ kVA}$$

- Pada saat malam

$$Ng = \frac{373,03}{0,8} = 466,29 \text{ kVA}$$

Dari hasil perhitungan kebutuhan daya yang diperlukan, maka direncanakan memakai 2 buah generator. Generator ini harus mampu memenuhi kebutuhan listrik tertinggi ( port load pada malam hari ) dan pada saat berlayar / manuver cukup menggunakan 1 buah generator.

Maka sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan pada saat berlayar, manuver dan berlabuh, dipilih Genset dengan spesifikasi sebagai berikut :

Merk : Yanmar

Type : 6 LAAL - DTN

Daya : 360 hp

Putaran : 1500 RPM

Kapasitas generator : 360 kVA, 240 KW

Frekuensi : 50 Hz

Jumlah : 2 buah



No	RUANGAN	DIMENSI RUANGAN			JENIS APARATUR LAMPU	FAKTOR REFLEKSI			TINGGI BIDANG KERJA
		P (GD)	L (GD)	T (GD)		rp	rm	rs	
I	Navigation Deck								
	- Wheel House	2.400	9.600	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Radio Room	1.800	2.200	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Radio Officer Room	3.000	2.000	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Chart Room	2.400	2.200	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- ESEP Room	2.400	2.000	2.300	IL 100 W	0.750	0.500	0.100	0.80
	- K.M Radio Officer	1.000	1.250	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Gang depan ( dalam )	1.600	4.800	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Gang kanan ( dalam )	3.000	1.600	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Gang kiri ( dalam )	3.000	1.600	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Tangga ke Boat Deck				FL 20W x 1				
	- Gang belakang ( luar )				FL 20W x 1				
II	Boat Deck								
	- Master Room	3.200	2.400	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Master Office	2.200	2.600	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Toilet	1.800	2.400	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Chief Engineers Room	3.200	2.400	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Engine Office	2.800	2.800	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- K.M Chief Engineer	1.000	1.200	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Chief Officer Room	2.400	3.200	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- K.M Chief Officer	1.000	1.200	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Second Officer Room	2.400	3.200	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Tally Officer Room	2.400	2.400	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- K.M Tally Officer	1.000	1.200	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Gang kiri ( dalam )	3.600	1.000	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Gang kanan ( dalam )	8.000	1.000	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Gang depan ( dalam )	2.600	1.000	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Tangga ke Poop Deck				FL 20W x 1				
	- Gang kiri ( luar )				FL 20W x 1				
	- Gang kanan ( luar )				FL 20W x 1				
	- Gang belakang ( luar )				FL 20W x 1				
III	Poop Deck								
	- Third Officer Room	2.400	2.200	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Third Engineer Room	2.400	2.200	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Second Engineer Room	2.400	2.800	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Quarter Master Room	2.400	2.200	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Quarter Master Room	2.400	2.400	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Recreation Room	2.600	3.000	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Quarter Master Room	2.400	2.600	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Chief cook & Assistant	3.000	2.000	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Hospital	2.800	2.000	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- 4 Wash & Bathroom	1.000	1.000	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Galley	3.000	1.600	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Cold Store	2.000	1.600	2.300	IL 60 W	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Dry Provision Store	2.000	2.300	2.300	IL 60 W	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Messroom	4.200	2.800	2.300	FL 20W x 2	0.750	0.300	0.100	0.80
	- Gang kiri ( dalam )	11.600	1.200	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Gang kanan ( dalam )	11.600	1.200	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- Gang depan ( dalam )	1.000	11.200	2.300	FL 20W x 1	0.750	0.500	0.100	0.80
	- 2 tangga ke main deck				FL 20W x 1				
	- Gang kiri ( luar )				FL 20W x 1				
	- Gang kanan ( luar )				FL 20W x 1				



MILIK PERPUSTAKAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH - NOPEMBER

INDEKS BENTUK (Q)	TABEL				EFFISIENSI PENERANGAN ( $\epsilon_{eff.p}$ )	INTENSITAS PENERANGAN ( $E$ )	FLUX CAHAYA	FLUX CAHAYA LAMPU	JUMLAH LAMPU ( $Q$ )	DAYA LAMPU (WATT)			
	k1	eff.1	k2	eff.2						QATT			
1.260	1.250	0.366	1.500	0.371	0.367	100.000	8978.256	2400.000	3.74	20	1	4	80
0.660	0.600	0.265	0.800	0.322	0.262	200.000	2807.515	4800.000	0.58	20	2	1	40
0.800					0.294	200.000	4081.633	4800.000	0.85	20	2	1	40
0.765	0.600	0.225	0.800	0.231	0.230	100.000	2295.066	2400.000	0.96	20	1	1	20
0.727	0.600	0.195	0.800	0.246	0.229	40.000	639.428	920.000	0.91	100	1	1	100
0.370	0.600	0.262	0.800	0.319	0.197	50.000	317.976	2000.000	0.16	15	1	1	15
0.522	0.600	0.150	0.800	0.190	0.134	70.000	4001.553	2400.000	1.67	20	1	2	40
0.454	0.600	0.150	0.800	0.190	0.121	70.000	2782.903	2400.000	1.16	20	1	2	40
0.454	0.600	0.150	0.800	0.190	0.121	70.000	2782.903	2400.000	1.16	20	1	2	40
										20	1	1	20
										20	1	1	20
													455
0.914	0.800	0.294	1.000	0.328	0.313	200.000	4900.638	4800.000	1.02	20	2	1	40
0.794	0.600	0.262	0.800	0.319	0.317	110.000	1982.253	2400.000	0.83	20	1	1	20
0.686	0.600	0.150	0.800	0.190	0.167	50.000	1292.308	2400.000	0.54	20	1	1	20
0.914	0.800	0.294	1.000	0.328	0.313	200.000	4900.638	4800.000	1.02	20	2	2	80
0.933	0.800	0.319	1.000	0.311	0.314	110.000	2749.416	2400.000	1.15	20	2	2	80
0.364	0.600	0.150	0.800	0.190	0.103	50.000	584.071	2400.000	0.24	20	1	1	20
0.914	0.800	0.294	1.000	0.328	0.313	200.000	4900.638	4800.000	1.02	20	2	2	80
0.364	0.600	0.150	0.800	0.190	0.103	50.000	584.071	2400.000	0.24	20	1	1	20
0.914	0.800	0.294	1.000	0.294	0.294	200.000	5224.490	4800.000	1.09	20	2	2	80
0.800					0.294	200.000	3918.367	4800.000	0.82	20	1	2	40
0.364	0.600	0.120	0.800	0.160	0.073	50.000	825.000	2400.000	0.34	20	1	2	40
0.522	0.600	0.150	0.800	0.190	0.134	70.000	1875.728	2400.000	0.78	20	1	1	20
0.593	0.600	0.150	0.800	0.190	0.149	70.000	3770.574	2400.000	1.57	20	2	1	40
0.481	0.600	0.150	0.800	0.190	0.126	70.000	1441.056	2400.000	0.60	20	1	1	20
										20	1	1	20
										20	1	1	20
										20	1	1	20
										20	1	1	20
													680
0.765	0.600	0.233	0.800	0.294	0.283	200.000	3726.296	4800.000	0.78	20	2	1	40
0.765	0.600	0.233	0.800	0.294	0.283	200.000	3726.296	4800.000	0.78	20	2	1	40
0.862	0.800	0.294	1.000	0.328	0.304	200.000	4414.351	4800.000	0.92	20	2	1	40
0.765	0.600	0.233	0.800	0.294	0.283	200.000	3726.296	4800.000	0.78	20	2	1	40
0.800	0.600	0.233	0.800	0.294	0.294	200.000	3918.367	4800.000	0.82	20	2	1	40
0.929	0.800	0.294	1.000	0.328	0.316	200.000	4938.942	4800.000	1.03	20	2	1	40
0.832	0.800	0.294	1.000	0.328	0.299	200.000	4167.780	4800.000	0.87	20	2	1	40
0.800					0.291	150.000	3092.784	2400.000	1.29	20	1	2	40
0.778	0.600	0.233	0.800	0.294	0.287	200.000	3699.420	4800.000	0.81	20	2	1	40
0.333	0.600	0.295	0.800	0.368	0.198	50.000	252.951	2000.000	0.13	20	1	1	20
0.696	1.000	0.328	1.250	0.368	0.291	300.000	4940.394	4800.000	1.03	20	2	1	40
0.593	0.800	0.294	1.000	0.328	0.259	70.000	865.731	600.000	1.44	60	1	2	120
0.713	0.600	0.163	0.800	0.189	0.178	60.000	1553.064	600.000	2.59	60	1	3	180
1.120	0.600	0.163	0.800	0.189	0.231	300.000	15299.219	4800.000	3.19	20	2	3	120
0.725	0.600	0.150	0.800	0.190	0.175	70.000	5568.000	4800.000	1.16	20	1	2	40
0.725	0.600	0.150	0.800	0.190	0.175	70.000	5568.000	2400.000	2.32	20	1	3	60
0.612	0.600	0.150	0.800	0.190	0.152	70.000	5144.209	2400.000	2.14	20	1	2	40
										20	1	1	20
										20	1	1	20
										20	1	1	20
													1040

No	RUANGAN	DIMENSI RUANGAN			JENIS ARMATUR LAMPU	FAKTOR REFLEKSI			TINGGI BIDANG KERJA
		P GD	L GD	T GD		rp	rw	rn	
IV	Main Deck								
	- Engine Crew	3,200	2,600	2,300	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Engine Crew & Seaman	2,400	3,000	2,300	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Electrician	2,400	2,600	2,300	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Fireman & Seaman	2,400	2,600	2,300	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Boatswain	3,000	2,600	2,300	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Smoking Room	2,200	3,000	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- PTK	2,400	2,800	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Cadet	2,200	3,200	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Deck Department Store	2,200	2,600	2,300	IL 60 W	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Toilet	2,400	1,600	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Steering Gear Room	4,400	6,000	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Wash & Bath Room	1,000	1,400	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Pantry	2,400	1,600	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Steward	2,200	2,200	2,300	IL 100 W	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Wiper	2,200	2,600	2,300	FL 15W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Messroom	4,400	2,800	2,300	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Rope Store	3,200	2,600	2,300	IL 60 W	0,500	0,300	0,100	0,800
	- Deck Store	5,200	5,800	2,300	IL 60 W	0,500	0,300	0,100	0,800
	- CO2 Room	1,600	2,000	2,300	IL 60 W	0,500	0,300	0,100	0,800
	- Paint Store	1,600	2,600	2,300	IL 60 W	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Gang kiri	10,40	1,400	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Gang kanan	10,40	1,400	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Gang depan	1,800	6,800	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Gang belakang	2,200	2,800	2,300	FL 20W x 1'	0,750	0,300	0,100	0,800
V	Engine Room								
	- Floor	13,200	6,500	3,500	FL 20W x 2'	0,750	0,500	0,100	0,800
	- 2nd deck	13,200	10,000	3,200	FL 20W x 2'	0,750	0,500	0,100	0,800
	- Workshop	4,500	3,250	3,200	FL 20W x 2'	0,750	0,500	0,100	0,800
	- Control Room	4,000	3,000	3,200	FL 20W x 2'	0,750	0,500	0,100	0,800
VI	Cargo Hold								
	- Cargo Hold I	20,800	14,000	6,400	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Cargo Hold II	21,450	14,000	6,400	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,800
	- Cargo Hold III	20,800	14,000	6,400	FL 20W x 2'	0,750	0,300	0,100	0,000

INDEKS BENTUK (G)	TABEL				EFFISIENSI PENCAHAYAN (eff.p)	INTENSITAS PENCAHAYAN ( E )	FLUX CAHAYA	FLUX CAHAYA LAMPU	JUMLAH LAMPU (G)	DAYA LAMPU (WATT)
	k1	eff.1	k2	eff.2						
0.956	0.800	0.294	1.000	0.323	0.321	200.000	5190.678	4800.000	1.08	20 . 2 . 1 = 40
0.889	0.800	0.294	1.000	0.323	0.309	200.000	4658.519	4800.000	0.97	20 . 2 . 1 = 40
0.832	0.800	0.294	1.000	0.323	0.299	200.000	4167.780	4800.000	0.87	20 . 2 . 1 = 40
0.832	0.800	0.294	1.000	0.323	0.299	200.000	4167.780	4800.000	0.87	20 . 2 . 1 = 40
0.929	0.800	0.294	1.000	0.323	0.316	300.000	7408.412	4800.000	1.54	20 . 2 . 2 = 80
0.846	0.800	0.291	1.000	0.325	0.299	110.000	2429.344	2400.000	1.01	20 . 1 . 1 = 20
0.862	0.800	0.291	1.000	0.325	0.301	110.000	2452.054	2400.000	1.02	20 . 1 . 1 = 20
0.869	0.800	0.291	1.000	0.326	0.304	110.000	2549.128	2400.000	1.06	20 . 1 . 1 = 20
0.794	0.600	0.143	0.800	0.189	0.188	60.000	1828.239	600.000	3.05	60 . 1 . 3 = 180
0.640	0.800	0.294	1.000	0.328	0.267	200.000	2878.561	4800.000	0.60	20 . 1 . 1 = 20
1.692	1.000	0.221	1.250	0.255	0.315	60.000	5026.117	2400.000	2.09	20 . 1 . 2 = 40
0.399	0.600	0.246	0.800	0.314	0.174	100.000	809.571	2000.000	0.40	20 . 1 . 1 = 20
0.640	0.600	0.246	0.800	0.314	0.250	100.000	1479.199	2000.000	0.74	20 . 1 . 1 = 20
0.733	0.600	0.315	0.800	0.400	0.372	200.000	2604.484	2400.000	1.09	20 . 1 . 1 = 20
0.794	0.600	0.295	0.800	0.368	0.366	50.000	781.480	2000.000	0.39	20 . 1 . 1 = 20
1.141	1.000	0.395	1.250	0.494	0.417	150.000	4432.127	4800.000	0.92	20 . 2 . 1 = 40
0.956	0.800	0.169	1.000	0.200	0.193	50.000	2152.876	600.000	3.59	60 . 1 . 4 = 240
1.828	1.000	0.200	1.250	0.255	0.382	50.000	3946.267	600.000	6.58	60 . 1 . 7 = 420
0.993	0.600	0.141	0.800	0.169	0.140	50.000	1143.160	600.000	1.91	60 . 1 . 2 = 120
0.660	0.600	0.143	0.800	0.395	0.219	70.000	1329.680	600.000	2.22	60 . 1 . 2 = 120
0.823	0.800	0.160	1.000	0.189	0.163	70.000	6242.159	2400.000	2.60	20 . 1 . 3 = 60
0.823	0.800	0.160	1.000	0.190	0.163	70.000	6237.842	2400.000	2.60	20 . 1 . 3 = 60
0.949	0.800	0.160	1.000	0.190	0.182	70.000	4699.286	2400.000	1.96	20 . 1 . 2 = 40
0.821	0.800	0.291	1.000	0.190	0.280	70.000	1538.754	2400.000	0.64	20 . 1 . 1 = 20
										= 1740
1.613	1.500	0.671	2.000	0.729	0.684	200.000	25083.396	4800.000	5.23	20 . 2 . 6 = 240
2.371	2.000	0.729	2.500	0.765	0.771	200.000	34262.699	4800.000	7.14	20 . 2 . 8 = 320
0.786	0.600	0.421	0.800	0.522	0.515	200.000	5678.767	4800.000	1.18	20 . 2 . 2 = 80
0.714	0.600	0.421	0.800	0.522	0.479	200.000	5013.429	4800.000	1.04	20 . 2 . 2 = 80
										= 720
1.494	1.000	0.402	1.250	0.447	0.491	100.000	59311.701	4800.000	12.36	20 . 2 . 12 = 480
1.513	1.000	0.402	1.250	0.447	0.494	100.000	60754.494	4800.000	12.66	20 . 2 . 12 = 480
1.307	1.000	0.402	1.250	0.447	0.457	100.000	63671.869	4800.000	13.26	20 . 2 . 12 = 480
										= 1440
										Total Daya = 5620

NO	NAMA PERALATAN	DAYA			SEA LOAD				MANUEVER LOAD				PORT LOAD			
		DAYA			SIANG		MALAM		SIANG		MALAM		SIANG		MALAM	
		DAYA	JN	DAYA	pf	kW	pf	kW	pf	kW	pf	kW	pf	kW	pf	kW
	Lighting															
37	Navigation Deck			0.46	0.40	0.18	1.00	0.46	0.40	0.18	1.00	0.46	0.40	0.18	1.00	0.46
38	Boat Deck			0.68	0.50	0.34	1.00	0.68	0.50	0.34	1.00	0.68	0.50	0.34	1.00	0.68
39	Poop Deck			1.04	0.50	0.52	1.00	1.04	0.50	0.52	1.00	1.04	0.50	0.52	1.00	1.04
40	Main Deck			1.74	0.50	0.87	1.00	1.74	0.50	0.87	1.00	1.74	0.50	0.87	1.00	1.74
41	Engine Room			0.72	0.80	0.58	1.00	0.72	0.80	0.58	1.00	0.72	0.80	0.58	1.00	0.72
42	Cargo Hold			1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	Mast Head Light			0.40	0.00	0.00	1.00	0.40	0.00	0.00	1.00	0.40	0.00	0.00	1.00	0.40
44	Side Light			0.40	0.00	0.00	1.00	0.40	0.00	0.00	1.00	0.40	0.00	0.00	1.00	0.40
45	Stern Light			0.10	0.00	0.00	0.50	0.05	0.00	0.00	0.50	0.05	0.00	0.00	0.50	0.05
46	Anchor Light			0.10	0.40	0.04	0.40	0.04	0.00	0.00	0.50	0.05	0.30	0.03	0.50	0.05
47	Lampu Bongkar Muat			1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.60
	Navigation Equipment															
48	Radar		1	0.60	1.00	0.60	1.00	0.60	0.60	0.36	0.60	0.36	0.30	0.18	0.30	0.18
49	Radio Communication		1	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	0.60	0.18	0.60	0.18	0.50	0.15	0.50	0.15
	Tools & Other Equipment															
50	Lathe	5.50	1	5.50	0.50	2.75	0.50	2.75	1.00	5.50	1.00	5.50	0.20	1.10	0.20	1.10
51	Drilling Machine	0.40	1	0.40	0.50	0.20	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.28	0.70	0.28
52	Grinding Machine	2.00	1	2.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.70	1.40	0.70
53	Washing Machine	0.10	1	0.10	0.70	0.07	0.70	0.07	1.00	0.10	1.00	0.10	0.70	0.07	0.70	0.07
54	TV	0.20	2	0.40	0.30	0.12	0.70	0.28	0.30	0.12	0.70	0.14	0.60	0.24	0.60	0.24
55	Control Panel	0.40	3	1.20	1.00	1.20	1.00	1.20	1.00	1.20	1.00	0.40	0.50	0.60	0.50	0.60
56	Telephone	0.40	1	0.40	0.50	0.20	0.50	0.20	1.00	0.40	1.00	0.40	0.70	0.28	0.70	0.28
57	Karaoke	0.10	2	0.20	0.50	0.10	0.50	0.10	0.30	0.06	0.70	0.07	0.60	0.12	0.60	0.12
58	Komputer	0.20	1	0.20	0.70	0.14	0.70	0.14	1.00	0.20	1.00	0.20	0.50	0.10	0.50	0.10
DAYA TOTAL II				18.78		8.77		11.93		10.61		12.89		7.04		10.66
DAYA TOTAL				610.23		211.25		214.42		198.65		200.93		340.41		373.03

NO	NAMA PERALATAN	DAYA			SEA LOAD				MANUEVER LOAD				PORT LOAD				
		DAYA	JM	DAYA	SIANG		MALAM		SIANG		MALAM		SIANG		MALAM		
					pf	kW	pf	kW	pf	kW	pf	kW	pf	kW	pf	kW	
Propulsion Auxiliaries																	
1	Main Air Compressor	17.30	2	34.60	0.50	8.65	0.50	8.65	0.50	8.65	0.50	8.65	0.50	8.65	0.50	8.65	
2	HFO Transfer Pump	1.50	1	1.50	0.70	1.05	0.70	1.05	0.50	0.75	0.50	0.75	0.50	0.75	0.50	0.75	
3	FO Preheater	40.00	1	40.00	1.00	40.00	1.00	40.00	1.00	40.00	1.00	40.00	1.00	40.00	1.00	40.00	
4	DO Transfer Pump	1.50	1	1.50	0.70	1.05	0.70	1.05	0.50	0.75	0.50	0.75	0.50	0.75	0.50	0.75	
5	DO Purifier	3.00	1	3.00	0.70	2.10	0.70	2.10	0.50	1.50	0.50	1.50	0.50	1.50	0.50	1.50	
6	DO Heater	3.00	1	3.00	0.70	2.10	0.70	2.10	0.50	1.50	0.50	1.50	0.50	1.50	0.50	1.50	
7	FO Supply Pump	0.20	2	0.40	1.00	0.20	1.00	0.20	1.00	0.20	1.00	0.20	1.00	0.10	0.50	0.10	
8	Main LO Pump	18.50	2	37.00	0.90	16.65	0.90	16.65	0.90	16.65	0.90	16.65	1.00	18.50	1.00	18.50	
9	Camshaft LO Pump	2.20	2	4.40	1.00	2.20	1.00	2.20	0.50	1.10	0.50	1.10	0.90	1.98	0.90	1.98	
10	LO Transfer Pump	1.50	1	1.50	0.50	0.75	0.50	0.75	0.70	1.05	0.70	1.05	0.30	0.45	0.30	0.45	
11	LO Purifier	3.00	1	3.00	0.70	2.10	0.70	2.10	0.50	1.50	0.50	1.50	0.70	2.10	0.70	2.10	
12	LO Heater	3.00	1	3.00	0.70	2.10	0.70	2.10	0.50	1.50	0.50	1.50	0.70	2.10	0.70	2.10	
13	Main Cool SW Pump	30.00	2	60.00	1.00	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00	1.00	60.00	
14	Aux Cool SW Pump	7.50	1	7.50	0.30	2.25	0.30	2.25	0.50	3.75	0.50	3.75	1.00	7.50	1.00	7.50	
15	Main Cool FW Pump	7.50	2	15.00	1.00	7.50	1.00	7.50	1.00	7.50	1.00	7.50	1.00	7.50	1.00	7.50	
16	FO Circulating Pump	0.75	2	1.50	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	
17	Incenerator	3.00	1	3.00	0.50	1.50	0.50	1.50	0.50	1.50	0.50	1.50	0.50	1.50	0.50	0.5	
Machinery Space Aux																	
18	Engine Room Bilge Pump	5.50	1	5.50	0.30	1.65	0.30	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	2.75	0.50	2.75	
19	Fire, Ballast Pump	15.00	2	30.00	0.50	7.50	0.50	7.50	0.20	3.00	0.20	3.00	0.10	1.50	0.10	1.50	
20	SW Service Pump	0.75	2	1.50	0.60	0.45	0.60	0.45	0.50	0.38	0.50	0.38	0.60	0.45	0.60	0.45	
21	FW Service Pump	1.50	2	3.00	0.70	1.05	0.70	1.05	0.60	0.90	0.60	0.90	0.50	0.75	0.50	0.75	
22	Sewage Pump	0.75	1	0.75	0.50	0.38	0.50	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
23	Air Conditioning Comp	3.40	1	3.40	0.70	2.38	0.70	2.38	0.70	2.38	0.70	2.38	0.60	2.04	0.60	2.04	
24	Refrigeration Comp	2.10	1	2.10	1.00	2.10	1.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.10	1.00	2.10	
25	Main Bilge Pump	11.00	1	11.00	0.30	3.30	0.30	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	5.50	0.50	5.50	
27	Pemanas Ruangan	90.00	1	90.00	0.20	18.00	0.20	18.00	0.20	18.00	0.20	18.00	0.20	18.00	0.20	18.00	
Deck Machinery																	
28	Steering Gear	7.50	1	7.50	1.00	7.50	1.00	7.50	1.00	7.50	1.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
29	Windlass	34.29	1	34.29	0.50	17.15	0.50	17.15	0.50	17.15	0.50	17.15	0.10	3.43	0.10	3.43	
30	Capstan	6.63	1	6.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	5.30	0.80	5.30	
31	Boat Winches	4.98	2	9.96	0.50	2.49	0.50	2.49	0.50	2.49	0.50	2.49	0.00	0.00	0.00	0.00	
32	Engine Room Fan	2.20	2	4.40	1.00	4.40	1.00	4.40	1.00	4.40	1.00	4.40	1.00	4.40	1.00	4.40	
33	Cargo Hold Fan I	2.20	1	2.20	1.00	2.20	1.00	2.20	1.00	2.20	1.00	2.20	1.00	2.20	1.00	2.20	
34	Cargo Hold Fan II	5.50	1	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	
35	Cargo Hold Fan III	5.50	1	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	1.00	5.50	
36	Cargo Winch	73.63	3	148.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	148.32	1.00	148.32	
DAYA TOTAL I		591.45			202.49		202.49		188.04		188.04		333.37		362.37		

## **BAB X**

### **KESIMPULAN**

---

Dalam melakukan suatu perencanaan instalasi penggerak kapal, serta keseluruhan sistem yang menunjang agar kapal yang telah dipesan oleh owner dapat layak beroperasi sebagaimana yang diharapkan, maka semua hasil perhitungan yang telah diperoleh bukanlah merupakan harga mati, akan tetapi masih banyak sekali kemungkinan hasil perhitungan lain serta pemilihan lain dari seluruh sistem penunjang yang mendukung kelaikan kapal tersebut beroperasi dapat dipilih. Tentunya hal tersebut di atas bila dikaitkan dengan selera perencana serta tersedianya komponen - komponen di pasaran.

Untuk beberapa sistem yang berhubungan dengan mesin induk disediakan 2 buah pompa ( salah satunya standby ), hal ini mengingat sistem tersebut bekerja terus menerus (kontiyu) sehingga apabila terjadi kerusakan pada salah satu pompa, maka pompa yang lain dapat dioperasikan. Dengan demikian tidak akan mengganggu kelancaran sistem.

Beberapa peralatan yang berhubungan dengan Konvensi Internasional mengenai " Marine Pollution " disediakan diantaranya : Bilge Separator, Sewage treatment Unit, Incenerator. Hal ini mengingat peraturan tersebut harus ditaati oleh semua negara untuk mencegah pencemaran di wilayah perairan.

Terkadang dalam merencana, kita dihadapkan pada masalah teknis dan ekonomis maupun safety .Untuk mendapatkan suatu perencanaan yang baik dari semua segi tersebut, kiranya diperlukan pengalaman yang cukup.

TABLE 2

Specific frictional resistance coefficients calculated according to Schoenberr for ships in sea water of 15° C.

$\zeta_{r.s.} \cdot 10^4$

V	V <sub>s</sub>	Length of ship								
		40 m	60 m	80 m	100 m	120 m	140 m	160 m	180 m	200 m
7	3.60	2.018	1.909	1.836	1.782	1.740	1.706	1.677	1.652	1.632
7½	3.86	1.999	1.890	1.819	1.766	1.725	1.691	1.662	1.637	1.616
8	4.12	1.981	1.875	1.804	1.751	1.710	1.677	1.648	1.624	1.603
8½	4.37	1.964	1.860	1.789	1.738	1.697	1.664	1.636	1.613	1.590
9	4.63	1.949	1.846	1.775	1.725	1.684	1.652	1.624	1.601	1.580
9½	4.89	1.935	1.831	1.763	1.712	1.673	1.640	1.614	1.589	1.569
10	5.14	1.921	1.820	1.751	1.702	1.663	1.630	1.604	1.580	1.559
10½	5.40	1.909	1.808	1.740	1.691	1.652	1.620	1.593	1.570	1.549
11	5.66	1.897	1.796	1.729	1.681	1.642	1.611	1.584	1.561	1.541
11½	5.92	1.885	1.785	1.719	1.671	1.633	1.602	1.575	1.552	1.532
12	6.17	1.875	1.775	1.710	1.662	1.624	1.593	1.567	1.544	1.525
12½	6.43	1.865	1.766	1.702	1.654	1.617	1.585	1.559	1.536	1.517
13	6.69	1.854	1.757	1.693	1.645	1.608	1.577	1.551	1.529	1.509
13½	6.94	1.846	1.748	1.684	1.637	1.601	1.570	1.544	1.522	1.502
14	7.20	1.836	1.740	1.677	1.630	1.593	1.563	1.537	1.515	1.496
14½	7.46	1.827	1.732	1.669	1.623	1.586	1.556	1.530	1.508	1.489
15	7.72	1.819	1.725	1.662	1.616	1.579	1.549	1.524	1.502	1.482
15½	7.97	1.812	1.717	1.656	1.610	1.573	1.543	1.518	1.496	1.477
16	8.23	1.804	1.710	1.649	1.603	1.567	1.537	1.512	1.490	1.471
16½	8.49	1.796	1.704	1.642	1.597	1.561	1.531	1.507	1.485	1.466
17	8.74	1.789	1.697	1.636	1.591	1.556	1.526	1.501	1.480	1.461
17½	9.00	1.782	1.691	1.630	1.585	1.549	1.520	1.496	1.475	1.456
18	9.26	1.775	1.684	1.624	1.580	1.544	1.515	1.491	1.469	1.450
18½	9.52	1.769	1.679	1.619	1.574	1.539	1.510	1.485	1.464	1.446
19	9.77	1.763	1.673	1.614	1.569	1.534	1.505	1.481	1.459	1.442
19½	10.03	1.757	1.668	1.609	1.563	1.529	1.500	1.476	1.455	1.437
20	10.29	1.751	1.662	1.603	1.559	1.524	1.496	1.471	1.450	1.433
20½	10.55	1.745	1.657	1.598	1.554	1.519	1.491	1.467	1.446	1.429
21	10.80	1.740	1.652	1.593	1.549	1.515	1.487	1.463	1.443	1.424
21½	11.06	1.735	1.647	1.588	1.545	1.510	1.482	1.458	1.439	1.420
22	11.32	1.729	1.642	1.584	1.541	1.507	1.478	1.455	1.435	1.416
22½	11.57	1.725	1.637	1.580	1.537	1.502	1.475	1.450	1.431	1.412
23	11.83	1.719	1.633	1.575	1.532	1.498	1.470	1.447	1.427	1.409
23½	12.09	1.715	1.628	1.571	1.528	1.494	1.467	1.443	1.423	1.406
24	12.35	1.710	1.624	1.567	1.524	1.490	1.463	1.440	1.419	1.402



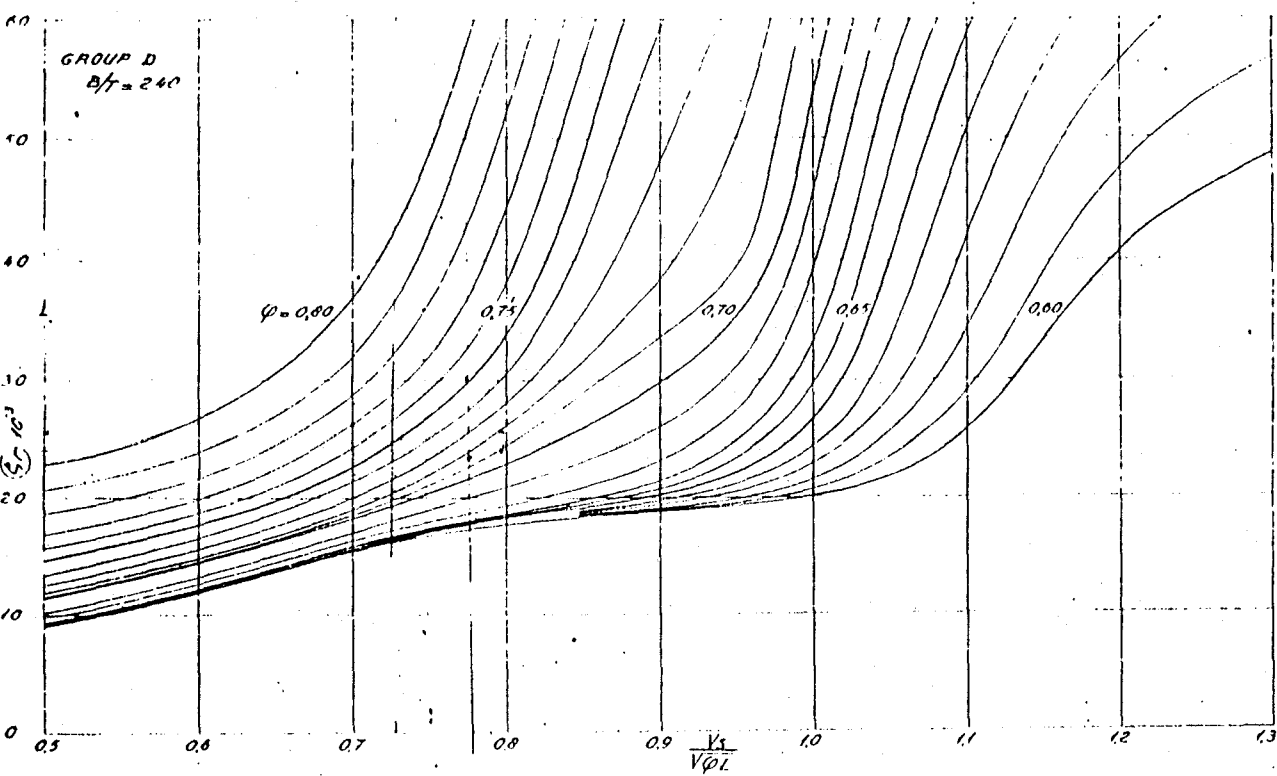


FIG. 8. Diagram for determining the specific residual resistance as a function of  $\frac{V_s}{\sqrt{q}L}$  and  $\phi$ .

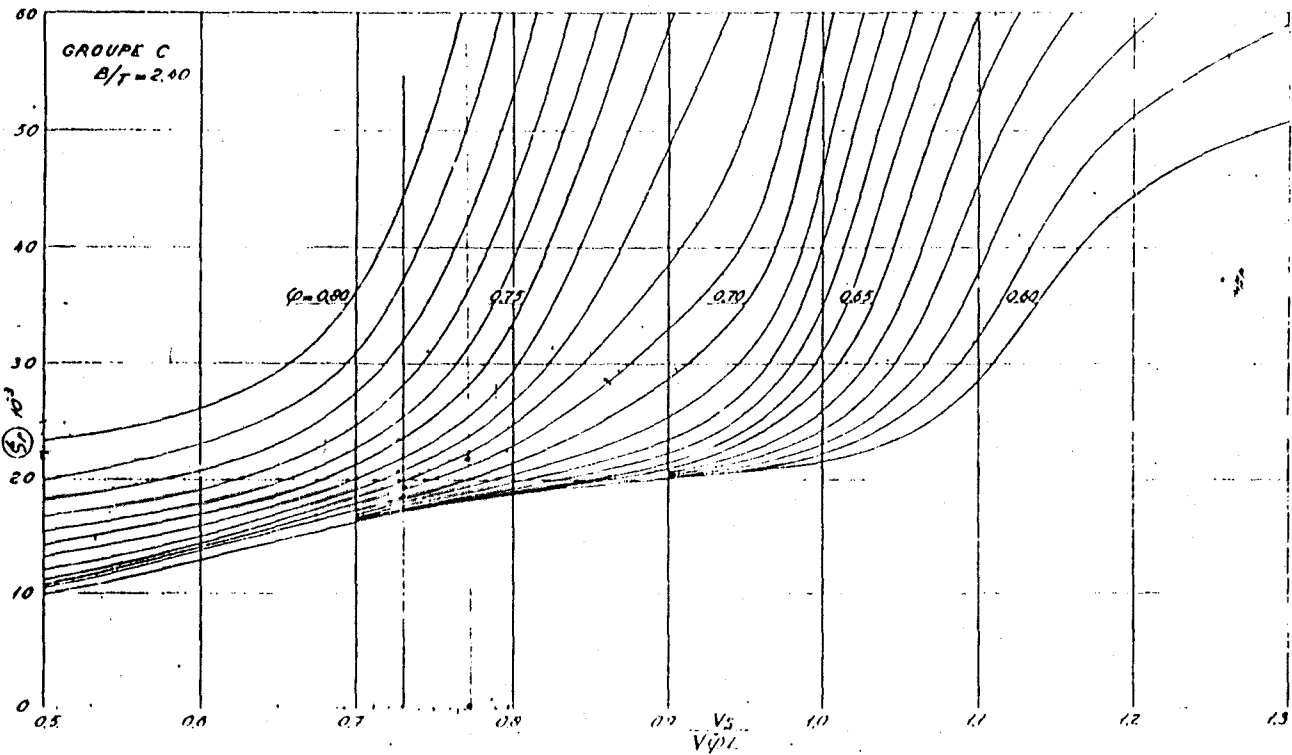


FIG. 7. Diagram for determining the specific residual resistance as a function of  $\frac{V_s}{\sqrt{q}L}$  and  $\phi$ .

Table 3

Tank capacity, tons	Inside diameter of pipe and fittings, mm	Tank capacity, tons	Inside diameter of pipe and fittings, mm
Up to 20	60	265 to 360	125
20 to 40	70	360 to 480	140
40 to 75	80	480 to 620	150
75 to 120	90	620 to 800	160
120 to 190	100	800 to 1000	175
190 to 265	110	1000 to 1300	200

TABLE 3

Allowances on EHP<sub>r</sub>

Allowance for:	$\Delta \zeta$
Trial condition	
Roughness all-welded hull $\Delta \zeta_1$	0.000350
Roughness entirely riveted hull $\Delta \zeta_1$	0.000450
Steering resistance $\Delta \zeta_2$	$\Sigma \Delta \zeta$ 0.000040
Resistance of bilge keels $\Delta \zeta_3$	
Air resistance $\Delta \zeta_4$	
	0.000080
Service condition	
	per cent of EHP <sub>r</sub>
North-Atlantic route, eastward	25—30
North-Atlantic route, westward	30—40
Pacific route	25—40
Australian route	22—28
East-Asiatic route	25—30

The formulae to be used now become finally:

$$EHP_r = \left\{ \zeta_{r,s} + \Sigma \Delta \zeta + \left( \zeta_r \right)_{\Omega}^{\infty} \right\} \cdot 0.6933 V_s^3 \cdot \Omega$$

and

$$EHP_s = r_1 \left\{ \zeta_{r,s} + \Sigma \Delta \zeta + \left( \zeta_r \right)_{\Omega}^{\infty} \right\} \cdot 0.6933 V_s^3 \cdot \Omega$$

where  $r_1 = 1 + \frac{\text{percentage allowance for service conditions}}{100}$

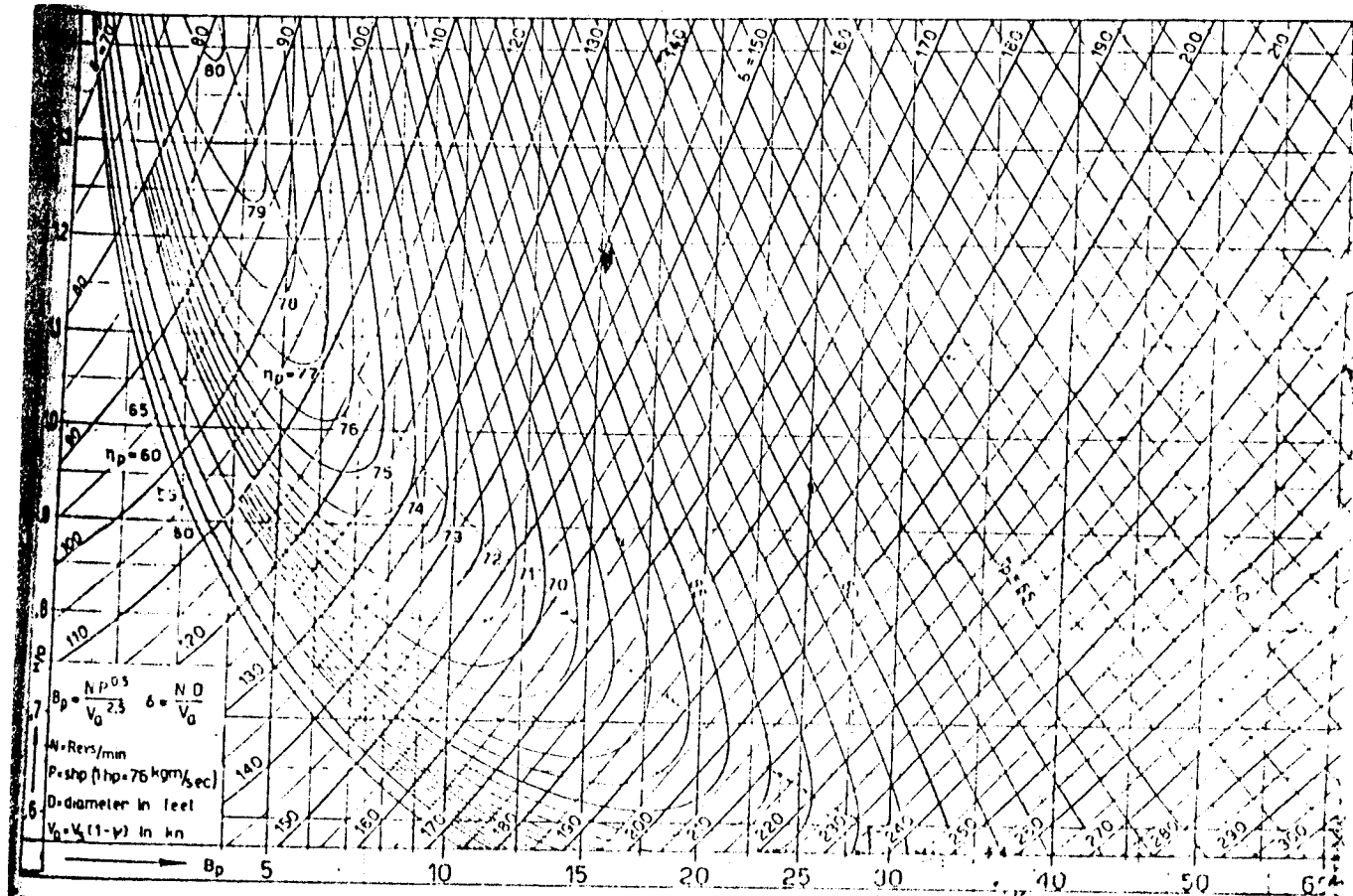


Fig. 148.  $B_p$ — $\delta$  diagram; 3-bladed screw series, type B.3.35

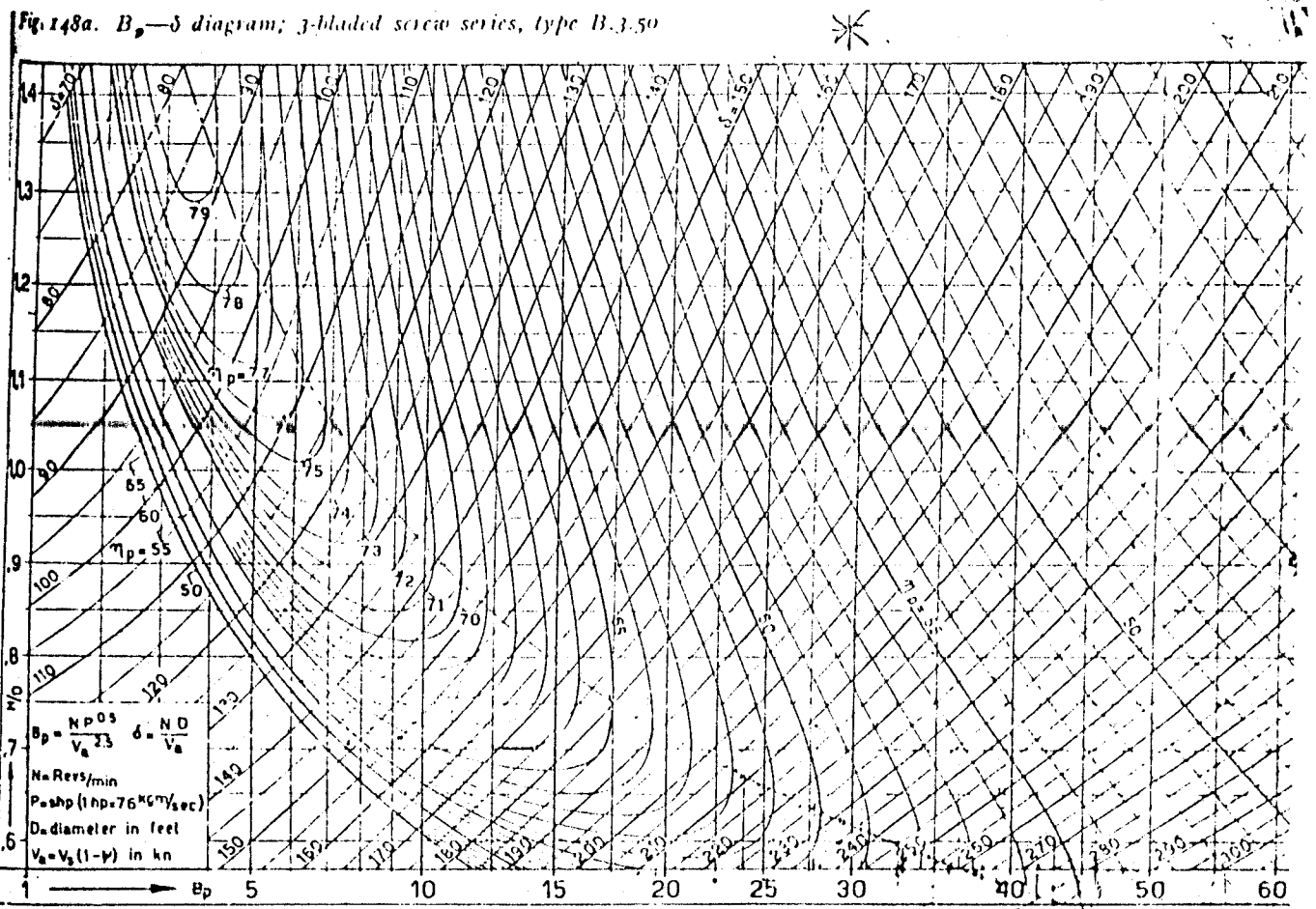


Fig. 148a.  $B_p$ — $\delta$  diagram; 3-bladed screw series, type B.3.50

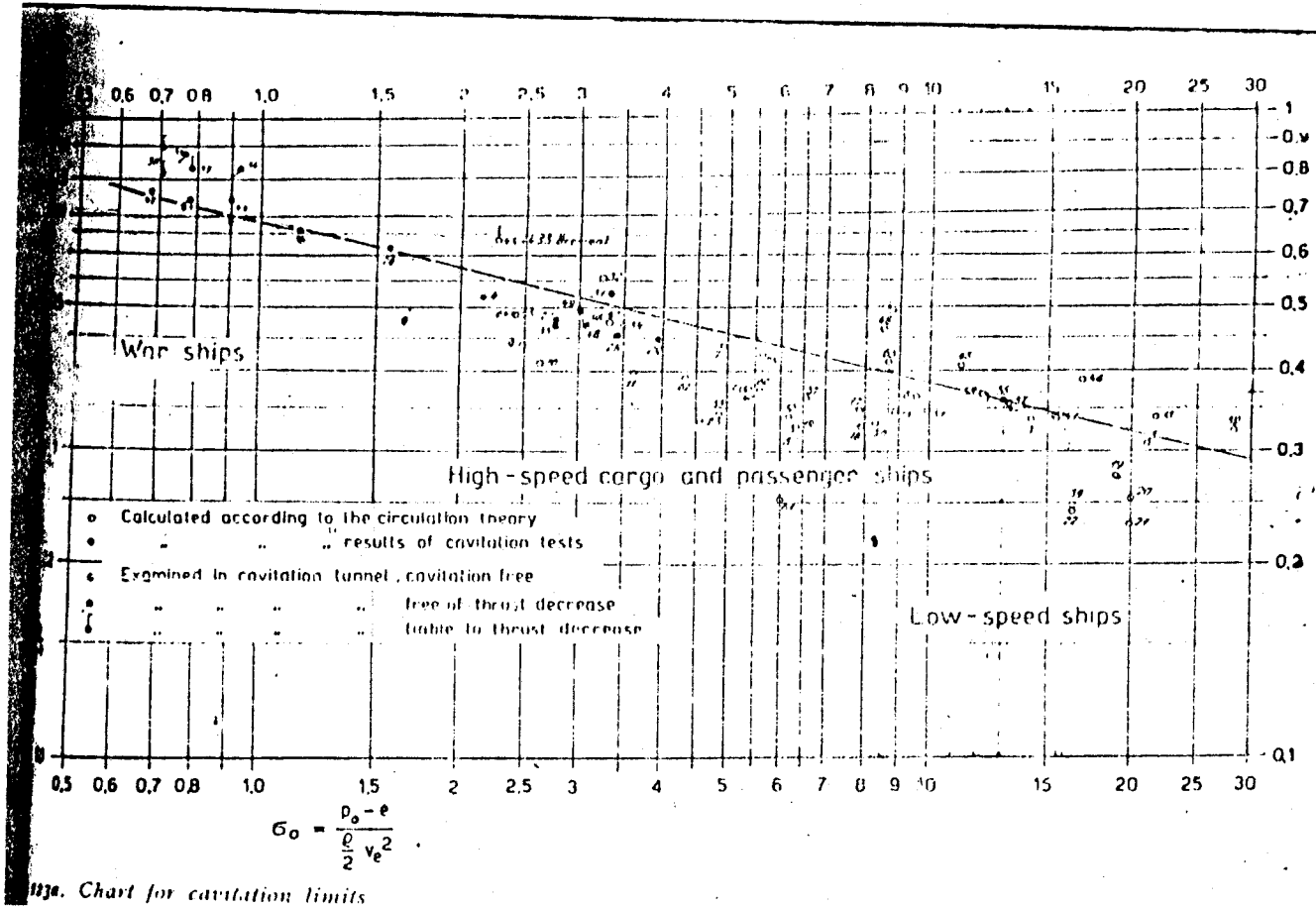


Table 2

Principal dimension m			Sheer mm	Capacity m <sup>3</sup>			Propulsion system	Number of shaft	Number of lower mast	Maximum number of persons		
L	B	D		Wooden	Steel	Aluminium alloy				Wooden	Steel	Aluminium alloy
7.32	2.40	1.00	300 (75)	11.59	11.95	11.95	O	5	4	37	34	34
							M 1	5	3	30	26	26
							M 2	5	3	33	30	30
7.50	2.50	1.05	310 (75)	12.99	13.39	13.39	O	6	5	41	40	40
							M 1	5	3	36	30	30
							M 2	5	3	36	34	34
8.00	2.60	1.10	330 (80)	15.10	15.56	15.56	O	6	5	48	46	46
							M 1	6	4	44	39	39
							M 2	6	4	44	42	42
8.00	2.80	1.10	336 (80)	16.26	16.76	16.76	O	6	5	52	50	50
							M 1	6	4	47	45	45
							M 2	6	4	47	45	45
8.50	2.80	1.15	350 (85)	18.06	18.61	18.61	O	7	6	57	56	56
							M 1	6	4	52	50	50
							M 2	6	4	52	50	50
9.00	3.00	1.20	370 (90)	21.38	22.03	22.03	O	7	6	60	60	60
							M 1	7	5	56	55	55
							M 2	7	5	56	55	55

Table 49

Steering gear with	Gearing ratio, $i_{sg}$	Overall efficiency of steering gear, $\eta_{sg}$
Steam steering engine	284 to 1,105	0.1 to 0.35
Electric steering engine	1,105 to 5,000	0.1 to 0.35
Main hand steering gear	4 to 22	0.36 to 0.7
Standby hand steering gear . . . . .	4 to 229	0.36 to 0.4

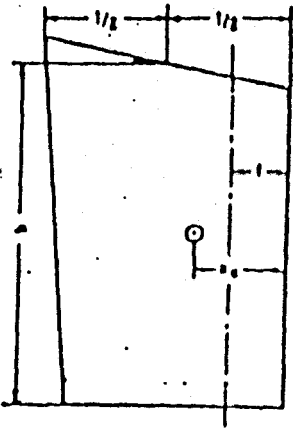
Table 58

Pull of the capstan barrel, kg	Hawser heaving-in speed, m per sec	Useful power, kg-m/sec
1,200	0.3	360
3,000	0.25	750
4,500	0.2	900
7,000	0.167	1,165
12,000	0.150	1,800

Table 61

Anchor handling gear	Motive unit shaft speed $n_m$ , rpm	Gearing ratio of mechanism, $i_n$
Hand-operated capstans . . .		4 to 40
Steam capstans . . . . .	180 to 320	18 to 60
Electric capstans . . . . .	800 to 1450	110 to 200
Hand-powered windlasses . . .		9 to 18
Steam windlasses . . . . .	90 to 270	6 to 30
Electric windlasses . . . . .	720 to 1550	105 to 250

$\lambda$	$\mu_k$
0,50	0,60
0,75	0,82
1,00	1,00
1,25	1,12
1,50	1,21
1,75	1,29
2,00	1,36
2,25	1,41
2,50	1,45



Tabel 5.2 Koefisien kerugian tinggi-tekan  $K$  yang khas untuk berbagai lengkapan [20, 21]

Lengkapan	$K$
Katup bola <sup>58)</sup> (terbuka penuh)	10,0
Katup sudut <sup>59)</sup> (terbuka penuh)	5,0
Katup searah ayun <sup>60)</sup> (terbuka penuh)	2,5
Katup gerbang <sup>61)</sup> (terbuka penuh)	0,19
Belokan balik berdekatan <sup>62)</sup>	2,2
T standar	1,8
Siku standar	0,9
Siku lekuk menengah	0,75
Siku lekuk panjang <sup>63)</sup>	0,60

Jangkar, rantai dan tali

No. ur Reg.	Angka Penunjuk 2	Jangkar tanpa tongkat			Rantai				Kawat atau rantai atau Hoban		Tali tarik		Tali tambat		
		Jangkar jumlah	Berat satu jangkar	Jangkar ukuran	Jangkar berkerangka			panjang m	Beban kg	panjang m	Beban kg	jumlah	panjang m	Beban kg	
					Diameter										
					d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	d <sub>3</sub> mm								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101	50 - 50	2	120	40	165	12,5			80	6 600	180	10 000	2	100	3 500
102	50 - 70	2	180	60	220	14	12,5		85	6 600	180	10 000	2	100	3 500
103	70 - 90	2	240	80	220	16	14		85	7 500	180	10 000	2	100	3 750
104	90 - 110	2	300	100	247,5	17,5	16		90	8 300	180	10 000	2	110	4 000
105	110 - 130	2	360	120	247,5	19	17,5		90	9 100	180	10 000	2	110	4 500
106	130 - 150	2	420	140	275	20,5	17,5		90	10 000	180	10 000	2	120	5 000
107	150 - 175	2	480	165	275	22	19		90	11 000	180	10 000	2	120	5 500
108	175 - 205	2	570	190	302,5	24	20,5		90	12 000	180	11 400	2	120	6 000
109	205 - 240	3	660		302,5	26	22				180	13 200	2	120	6 600
110	240 - 280	3	780		330	28	24				180	15 300	3	120	7 250
111	280 - 320	3	900		357,5	30	26				180	17 700	3	140	8 000
112	320 - 360	3	1 020		357,5	32	28				180	21 100	3	140	8 750
113	360 - 400	3	1 140		385	34	30				180	22 800	3	140	9 500
114	400 - 450	3	1 290		385	36	32				180	25 500	3	140	10 250
115	450 - 500	3	1 440		412,5	38	34				180	28 200	3	140	11 000
116	500 - 550	3	1 590		412,5	40	34				190	31 200	3	160	11 500
117	550 - 600	3	1 740		440	42	36				190	34 500	4	160	12 000
118	600 - 660	3	1 820		440	44	38				190	37 800	4	160	12 500
119	660 - 720	3	2 100		440	46	40				190	41 400	4	160	13 000
120	720 - 780	3	2 280		467,5	48	42				190	45 000	4	170	13 500
121	780 - 840	3	2 460		467,5	50	44				190	48 900	4	170	14 000
122	840 - 910	3	2 640		467,5	52	46	40			190	52 800	4	170	14 500
123	910 - 980	3	2 850		495	54	48	42			190	57 000	4	170	15 000
124	980 - 1 060	3	3 060		495	56	50	44			200	61 500	4	180	16 000
125	1 060 - 1 140	3	3 300		495	58	50	46			200	66 000	4	180	17 000
126	1 140 - 1 220	3	3 540		522,5	60	52	48			200	70 500	4	180	18 000
127	1 220 - 1 300	3	3 780		522,5	62	54	48			200	75 300	4	180	19 000
128	1 300 - 1 390	3	4 050		522,5	64	56	50			200	80 100	4	180	20 000
129	1 390 - 1 480	3	4 300		550	66	58	50			200	85 200	4	180	21 000
130	1 480 - 1 570	3	4 590		550	68	60	52			220	90 600	5	190	22 000
131	1 570 - 1 670	3	4 890		550	70	62	54			220	96 000	5	190	23 000
132	1 670 - 1 790	3	5 250		577,5	73	64	56			220	104 400	5	190	24 000
133	1 790 - 1 930	3	5 610		577,5	76	66	58			220	113 100	5	190	25 000
134	1 930 - 2 080	3	6 000		577,5	78	68	60			220	118 100	5	190	26 000
135	2 080 - 2 230	3	6 450		605	81	70	62			240	128 400	5	200	27 000
136	2 230 - 2 380	3	6 900		605	84	73	64			240	138 300	5	200	28 000
137	2 380 - 2 530	3	7 350		605	87	76	66			240	148 200	5	200	29 000
138	2 530 - 2 700	3	7 800		632,5	90	78	68			260	158 000	6	200	30 000
139	2 700 - 2 870	3	8 300		632,5	92	81	70			260	158 000	6	200	31 000
140	2 870 - 3 040	3	8 700		632,5	95	84	73			260	158 000	6	200	32 000
141	3 040 - 3 210	3	9 300		660	97	84	76			280	158 000	6	200	33 000
142	3 210 - 3 400	3	9 900		660	100	87	78			280	158 000	6	200	34 000
143	3 400 - 3 600	3	10 500		660	102	90	78			280	158 000	6	200	35 000
144	3 600 - 3 800	3	11 100		687,5	105	92	81			300	158 000	6	200	36 000
145	3 800 - 4 000	3	11 700		687,5	107	95	84			300	158 000	6	200	37 000
146	4 000 - 4 200	3	12 300		687,5	111	97	87			300	158 000	7	200	38 000
147	4 200 - 4 400	3	12 900		715	114	100	87			300	158 000	7	200	39 000
148	4 400 - 4 600	3	13 500		715	117	102	90			300	158 000	7	200	40 000
149	4 600 - 4 800	3	14 100		715	120	105	92			300	158 000	7	200	41 000
150	4 800 - 5 000	3	14 700		742,5	122	107	95			300	158 000	7	200	42 000
151	5 000 - 5 200	3	15 400		742,5	124	111	97			300	158 000	8	200	44 000
152	5 200 - 5 500	3	16 100		742,5	127	111	97			300	158 000	8	200	46 000
153	5 500 - 5 800	3	16 900		742,5	130	114	100			300	158 000	8	200	48 000
154	5 800 - 6 100	3	17 800		742,5	132	117	102			300	158 000	9	200	50 000
155	6 100 - 6 500	3	18 800		742,5		120	107			300	158 000	10	200	50 000
156	6 500 - 6 900	3	20 000		770		124	111			300	158 000	11	200	50 000
157	6 900 - 7 400	3	21 500		770		127	114			300	158 000	12	200	50 000
158	7 400 - 7 900	3	23 000		770		132	117			300	158 000	13	200	50 000
159	7 900 - 8 400	3	24 500		770		137	122			300	158 000	14	200	50 000
160	8 400 - 8 900	3	26 000		770		142	127			300	158 000	15	200	50 000
161	8 900 - 9 400	3	27 500		770		147	132			300	158 000	16	200	50 000
162	9 400 - 10 000	3	29 000		770		152	132			300	158 000	18	200	50 000

Tabel 19.  
 Harga pedoman untuk Intensitas Ilmunasi  
 dan kebutuhan daya.

Jenis ruangan	Fluksi cahaya Lux (Lx)	Kebutuhan daya kira2 W/m2		Catatan
		Lampu filamen	Lampu fluor	
Lobang palka, ruang kerja dan jalan lalu-lintas diatas dek.	20 sampai 40	Tergantung kepada susunan- nya		
Bunker Ruang bantu	(sampai dengan 60)	10	5	
Lorong dan jalan masuk Tempat peluncuran sekoci Toilet Geladak akil Bioskop Terowongan poros	50 sampai 70 (sampai dengan 120)	20	10	
Kamar peta Rumah kemudi Kabin penumpang Kabin awak kapal Geladak promenade Kamar cuci, kamar mandi	100 sampai 150 (sampai dengan 250)	30	15	iluminasi lokal dari tabel dan permukaan ker- ja tidak kurang dari 200 lux
Kamar ketel Ruang mesin Ruang Commissary Kamar istirahat Ruang duduk Kamar makan dan minum dan pendoponya Perpustakaan	200 (sampai dengan 500)	40	30	
Rumah sakit Kamar pengujian	Penerangan khusus 200 ke atas	40 ke atas	20 ke atas	

Source of heat	Heat emitted into surroundings, $Q_t$ , kcal/h	Notation
Steam boilers	(0.03 to 0.05) $G_f Q_t$	$Q_f$ = total fuel consumption in boiler, kg per hour
Steam turbines	0.005 $G_s \Delta i$	
Steam engines	(0.005 to 0.01) $G_s \Delta i$	$Q_t$ = lower calorific value of the fuel, kcal per kg
Auxiliary machinery	(0.02 to 0.03) $G_s \Delta i$	
Steam lines	0.01 $G_s \Delta i$	$G_s$ = steam consumption, kg per hour
Internal combustion engines	0.02 $N_e g_c Q_t$	$\Delta i$ = useful heat drop, kcal per kg
Electrical machinery:		$N_e$ = effective power
(a) with recirculating cooling system	64 $N \frac{1-\eta}{\eta}$	$N$ = power, kW
(b) without cooling	864 $N \frac{1-\eta}{\eta}$	$i_e$ = mean current density per sq mm of conductor cross section, A per sq mm
Lighting fixtures	864 $N$	$\eta$ = efficiency of electrical machine
Wires, bus bars, cables and fittings	2,160 $i_e^2$	$g_c$ = fuel consumption, kg per hp-h
Heat introduced from outside by transmission through ship's hull	$\Sigma k F \Delta t$	$k$ = coefficient of heat transmission of room walls, kcal per hour per sq m per deg C
		$F$ = area of the room walls, sq m
		$\Delta t$ = difference in temperatures of room wall surfaces and external surfaces of ship's hull, deg C

Table 40

Each adult produces per hour	Carbon dioxide, litres/h	Heat, kcal/h	Vapour, g/h
At hard physical work . . . . .	45	150	130
At quiet work . . . . .	23	100	75
At rest . . . . .	23	75	70
At sleep . . . . .	23	75	40
Each child up to 12 years of age produces . . . . .	12	50	23



SPECIFIC GRAVITY AND KINEMATIC VISCOSITY OF CERTAIN LIQUIDS  
(Kinematic Viscosity = tabular value × 10<sup>-6</sup>)

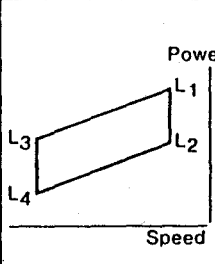
Temp. °C (°F)	Water †		Commercial Solvent		Carbon Tetrachloride		Medium Lubricating Oil	
	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s
4.4 (40)	1.000	1.550	0.728	1.50	1.621	0.752	0.905	443
10.0 (50)	1.000	1.311	0.725	1.37	1.608	0.697	0.900	260
15.6 (60)	0.999	1.130	0.721	1.27	1.595	0.650	0.896	175
21.1 (70)	0.998	0.984	0.717	1.17	1.582	0.604	0.891	116
26.7 (80)	0.997	0.864	0.713	1.09	1.569	0.564	0.888	87.4
32.2 (90)	0.995	0.767	0.709	1.02	1.555	0.520	0.885	64.1
37.8 (100)	0.993	0.687	0.705	0.96	1.542	0.492	0.882	45.7
43.3 (110)	0.991	0.620	0.702	0.89	1.520	0.465	0.874	34.8
48.9 (120)	0.990	0.567					0.866	27.2
65.6 (150)	0.980	0.441					0.865	15.0

Temp. °C (°F)	Dust-Proofing Oil *		Medium Fuel Oil *		Heavy Fuel Oil *		Regular Gasoline *	
	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s
4.4 (40)	0.917	75.2	0.865	6.08	0.918	412	0.738	0.752
10.0 (50)	0.913	52.5	0.861	5.16	0.915	300	0.733	0.711
15.6 (60)	0.909	37.9	0.858	4.41	0.912	205	0.728	0.678
21.1 (70)	0.905	28.4	0.854	3.83	0.908	146	0.724	0.641
26.7 (80)	0.902	21.7	0.851	3.39	0.905	106	0.719	0.613
32.2 (90)	0.898	17.2	0.847	2.96	0.902	77.7	0.715	0.585
37.8 (100)	0.894	13.8	0.843	2.58	0.899	58.2	0.710	0.557
43.3 (110)	0.890	11.3	0.840	2.11	0.895	44.6	0.706	0.530

Some Other Liquids

Liquid and Temperature	Relative Density	Kin. Visc. m <sup>2</sup> /s
Turpentine at 20°C	0.862	1.73
Linsced oil at 20°C	0.925	35.9
Ethyl alcohol at 20°C	0.789	1.53
Benzene at 20°C	0.879	0.745
Glycerin at 20°C	1.262	661
Castor oil at 20°C	0.960	1030
Light machinery oil at 16°C	0.907	137

## Power, speed and SFOC

	<h1>L35MC</h1>				<h1>L35MCE</h1>				
	Stroke: 1050		Bore: 350		Stroke: 1050		Bore: 350		
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	
Speed r/min	200	200	164	164	200	200	164	164	
Cyl.no. Power									
4	kW	2240	1800	1840	1480	1800	1440	1480	1160
	BHP	3040	2440	2480	2000	2440	1960	2000	1600
5	kW	2800	2250	2300	1850	2250	1800	1850	1450
	BHP	3800	3050	3100	2500	3050	2450	2500	2000
6	kW	3360	2700	2760	2220	2700	2160	2220	1740
	BHP	4560	3660	3720	3000	3660	2940	3000	2400
7	kW	3920	3150	3220	2590	3150	2520	2590	2030
	BHP	5320	4270	4340	3500	4270	3430	3500	2800
8	kW	4480	3600	3680	2960	3600	2880	2960	2320
	BHP	6080	4880	4960	4000	4880	3920	4000	3200
SFOC at MCR, without TCS									
g/kWh	179	174	179	174	174	170	174	170	
g/BHP	132	128	132	128	128	125	128	125	
SFOC minimum at part load, without TCS									
g/kWh	178	173	178	173	173	170	173	170	
g/BHP	131	127	131	127	127	125	127	125	
Lube Oil Consumption	2-3 kg/cyl/24h								
Cylinder Oil Consumption	0.8 g/kWh — 0.6 g/BHP								

List of capacities, L35MCE with conventional sea water cooling:

Necessary capacities of auxiliary machinery for main engine only

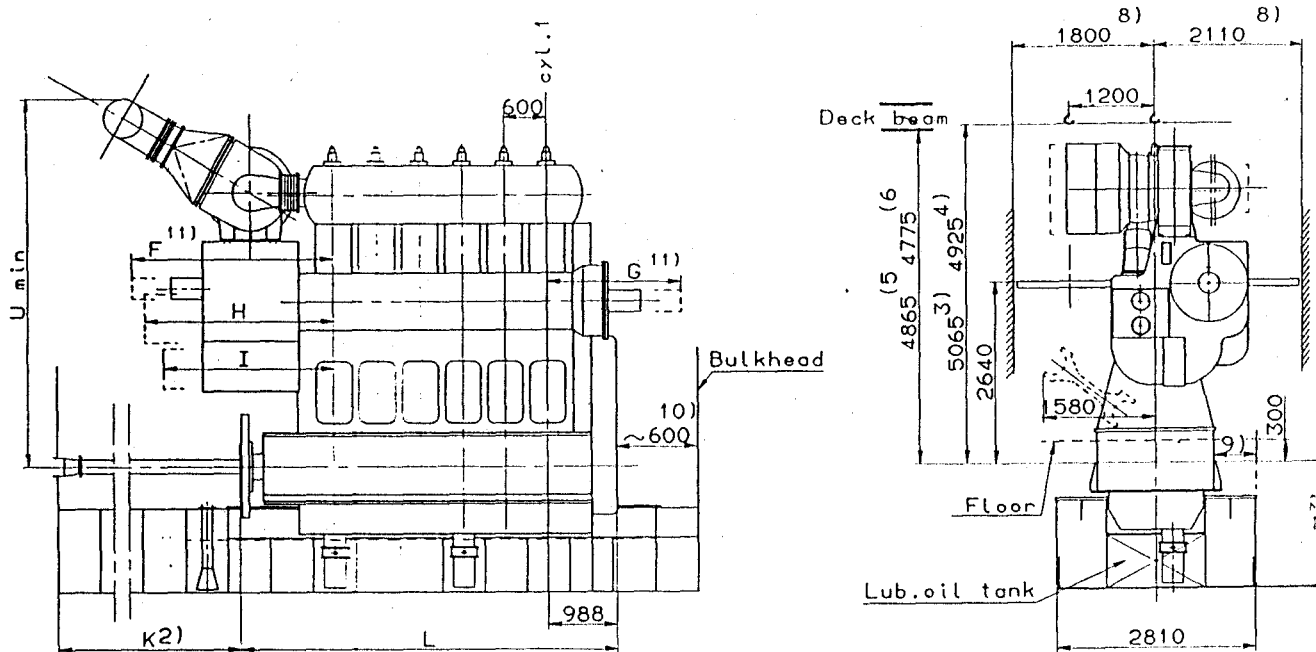
Maximum continuous rating at 200 r/min	Cylinder	4	5	6	7	8
	kW	1800	2250	2700	3150	3600
<b>Pumps:</b>						
Fuel oil circulating pump	m³/h	1.5	1.8	2.0	2.4	2.7
Fuel oil supply pump	m³/h	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Freshwater pump	m³/h	29	36	43	50	57
Seawater pump*	m³/h	90	100	110	130	140
Main lub. oil pump	m³/h	60	70	85	95	105
Camshaft lub. oil pump	m³/h	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
<b>Coolers:</b>						
Scavenge air coolers						
Heat dissipation approximate	kW	550	680	820	960	1090
Seawater quantity	m³/h	65	70	75	80	85
Main lub. oil cooler						
Heat dissipation approximate	kW	170	210	250	290	330
Lub. oil quantity	m³/h	60	70	85	95	105
Seawater quantity	m³/h	90	100	110	130	140
Camshaft lub. oil cooler						
Heat dissipation approximate	kW	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5
Lub. oil quantity	m³/h	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
Seawater quantity	m³/h	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Freshwater cooler						
Heat dissipation approximate	kW	290	360	440	510	580
Freshwater quantity	m³/h	29	36	43	50	57
Seawater quantity	m³/h	23.0	27.5	32.0	46.5	51.0
Fuel oil preheater	kW	40	48	53	64	72
<b>Gas data:</b>						
Exhaust gas flow	kg/h	15600	19500	23400	27300	31200
Exhaust gas temperature	°C	245	245	245	245	245
Air consumption of engine	kg/s	4.2	5.3	6.4	7.4	8.5
<b>Starting air system: 30 bar</b>						
Reversible engines						
Receiver volume (12 starts)	m³	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5
Compressors	m³/h	2 x 30	2 x 30	2 x 30	2 x 30	2 x 40
Non-reversible engines						
Receiver volume (6 starts)	m³	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
Compressors	m³/h	2 x 15	2 x 15	2 x 15	2 x 15	2 x 25

\* For main engine arrangement with separately mounted power take off (PTO) of type BWII/RCF or BWII/RKAV the engine's cooling water capacity must be increased by that stated for the actual PTO system.

The exhaust gas amount and temperature must be adjusted according to the actual plant specification.

See description pages 6.2 and 6.3.

Space requirement for the engine



See note	Cyl. No.	4	5	6	7	8
8	L	4118	4718	5318	5918	6518
6	M	1695	1695	1710	1760	1760
1	U min.	*	5821	6105	6202	6356
		**	5696	5793	6015	6299
11	F	2660	2730	2770	2830	2830
6	G	1750	1810	1810	1870	1870
	H	2320	2320	2660	2660	3170
	I	2060	2060	2400	2400	2910

MAN B&W turbochargers are available with smaller inlet silencers.

Normal centreline distance for twin-engine installation: 2700 mm with common gallery for starboard and port design engines, and 3600 mm with common gallery for two starboard design engines:

1. U dimensions are based on \* largest turbocharger and \*\* smallest turbocharger, see "Turbocharger Choice", and "Exhaust pipe system".
2. K must be equal to or larger than the length of propeller shaft, if the propeller shaft is to be drawn into the engine room.
3. Vertical lift of piston with one cylinder cover stud removed.
4. Tilted lift of piston with one cylinder cover stud removed.
5. Using electrically operated MAN B&W double-jib crane measurement from crankshaft to lower edge of deck beam see "MAN B&W double-jib crane"

6. Using manually operated MAN B&W double-jib crane, measurement from crankshaft to lower edge of deck beam see "MAN B&W double-jib crane"
7. M dimension, which is approximate.
8. Arrangement of topbracing see "Top bracing arrangement".
9. Free space see "Profile of engine seating".
10. Free space from chosen fore end of engine see "Engine outline".
11. F and G figures are based on Asea el-motors. If other types of el-motors are used the F and G figures might be changed.

Maximum rake of engine (inclusive trim of ship) 5° towards "fore" and 5° towards "aft".

The dimensions are given in mm, and are for guidance only. The dimensions indicated are normally minimum. If they cannot be observed, please contact MAN B&W Diesel, or any local representative.

## Basic symbols for piping

No.	Symbol	Symbol designation	No.	Symbol	Symbol designation
1. GENERAL CONVENTIONAL SYMBOLS			2.17		Pipe going upwards
1.1		Pipe	2.18		Pipe going downwards
1.2		Pipe with indication of direction of flow	2.19		Orifice
1.3		Valves, gate valves, cocks and flaps	3. VALVES, GATE VALVES, COCKS AND FLAPS		
1.4		Appliances	3.1		Valve, straight through
1.5		Indicating and measuring instruments	3.2		Valve, angle
2. PIPES AND PIPE JOINT			3.3		Valve, three-way
2.1		Crossing pipes, not connected	3.4		Non-return valve (flap), straight.
2.2		Crossing pipes, connected	3.5		Non-return valve (flap), angle
2.3		Tee pipe	3.6		Non-return valve (flap), straight, screw down
2.4		Flexible pipe	3.7		Non-return valve (flap), angle, screw down
2.5		Expansion pipe (corrugated) general	3.8		Flap, straight through
2.6		Joint, screwed	3.9		Flap, angle
2.7		Joint, flanged	3.10		Reducing valve
2.8		Joint, sleeve	3.11		Safety valve
2.9		Joint, quick-releasing	3.12		Angle safety valve
2.10		Expansion joint with gland	3.13		Self-closing valve
2.11		Expansion pipe	3.14		Quick-opening valve
2.12		Cap nut	3.15		Quick-closing valve
2.13		Blank flange	3.16		Regulating valve
2.14		Spectacle flange	3.17		Kingston valve
2.15		Bulkhead fitting water tight, flanged	3.18		Ball valve (-cock)
2.16		Bulkhead crossing, non-watertight			

Fig. 1a

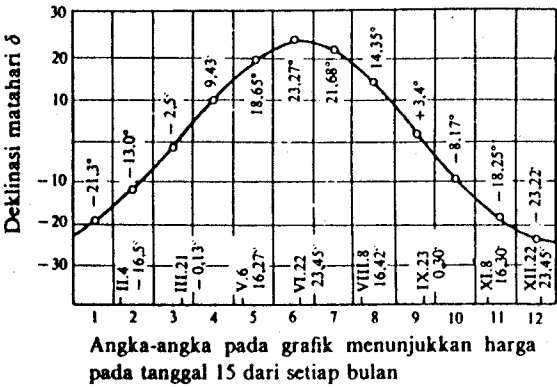
Tabel 3.14 Faktor absorpsi radiasi matahari  $\alpha$  dari dinding.\*

Warna	Contoh	$\alpha$
Gelap	Hitam, aspal	0,9
Sedang	Hijau muda, biru muda, kelabu, permukaan beton	0,7
Terang	Putih, krem	0,5

\*Dari the Society of Heating, Air Conditioning & Sanitary Engineers of Japan.

Tabel 3.10 Hambatan kalor permukaan  $R_s$ .

Bagian luar	$R_{so}$	0,05	$m^2\text{jam}^\circ\text{C/kcal}$
Bagian dalam	$R_{si}$ biasa	0,125*	"



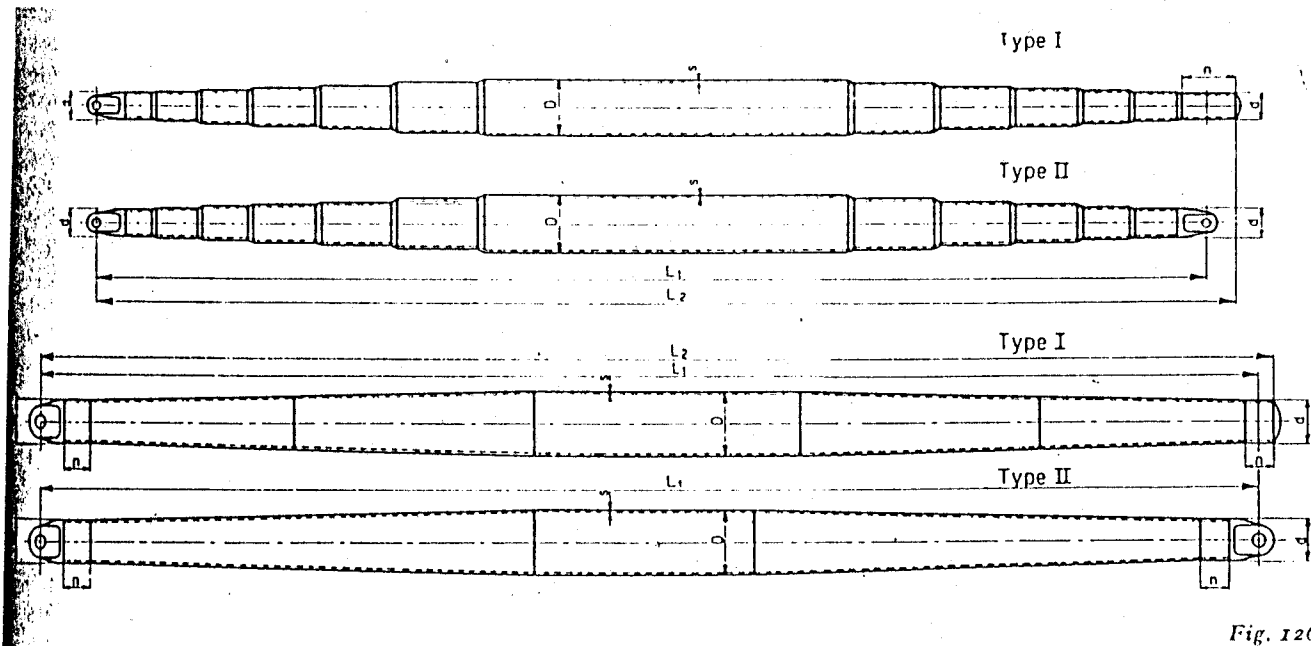
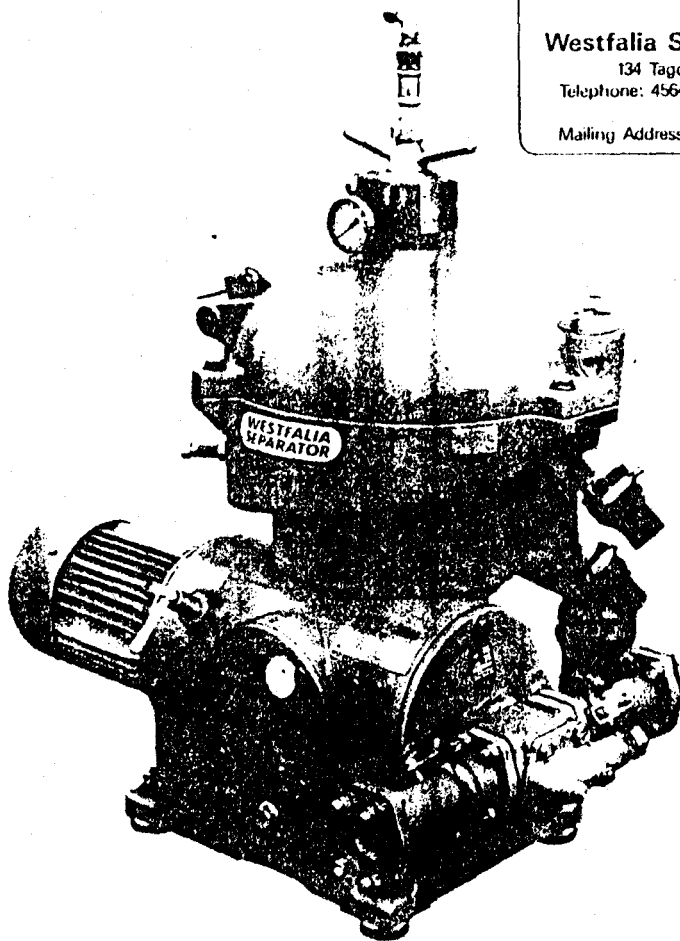


Fig. 126

Safe pressure 8,000 kg							
$L_1$	$L_2$	$n$	$D$	$d$	$S$	$GI$	$GII$
7	7.2	0.3	178	140	5.5	156	152
7.5	7.7	0.3	191	140	5.5	180	176
8	8.2	0.3	191	140	0.5	192	188
8.5	8.7	0.3	203	155	5.5	217	213
9	9.2	0.3	203	155	6	250	245
9.5	9.7	0.3	216	170	6	281	276
10	10.3	0.4	216	170	6	299	294
10.5	10.8	0.4	216	170	6.5	339	333
11	11.3	0.4	229	170	6.5	377	371
11.5	11.8	0.4	229	170	6.5	394	388
12	12.3	0.4	241	195	6.5	433	427
12.5	12.8	0.4	241	195	6.5	451	444
13	13.3	0.4	254	195	6.5	495	488
13.5	13.8	0.4	254	195	6.5	514	507
14	14.3	0.4	254	195	7	572	565
14.5	14.8	0.4	267	210	7	623	616
15	15.3	0.4	267	210	7	644	637
15.5	15.9	0.5	267	210	7.5	717	710
16	16.4	0.5	279	210	7.5	774	766
16.5	16.9	0.5	279	210	7.5	798	789
17	17.4	0.5	292	220	7.5	861	853
17.5	17.9	0.5	305	220	7.5	927	918
18	18.4	0.5	305	220	7.5	953	944
19	19.4	0.5	330	240	8	1,161	1,151
20	20.4	0.5	343	240	8	1,270	1,260
21	21.4	0.5	356	275	8	1,384	1,372
22	22.4	0.5	368	275	8	1,500	1,488
23	23.4	0.5	394	305	9	1,886	1,872
24	24.4	0.5	406	365	9.5	2,139	2,124



**WESTFALIA  
SEPARATOR**

**Westfalia Separator (S. E. A.) Pte. Ltd.**

134 Tagore Lane Block 5 Singapore 2678

Telephone: 4564805 (5 Lines) Telex: RS 34326 WSSEA

Telefax: 4564576

Mailing Address: Nee Soon P.O. Box 2 Singapore 9177

### **Standard version**

SC 4-02-066 design 3  
SC 4-02-066 design 4  
SC 4-02-066 design 5

### **Function**

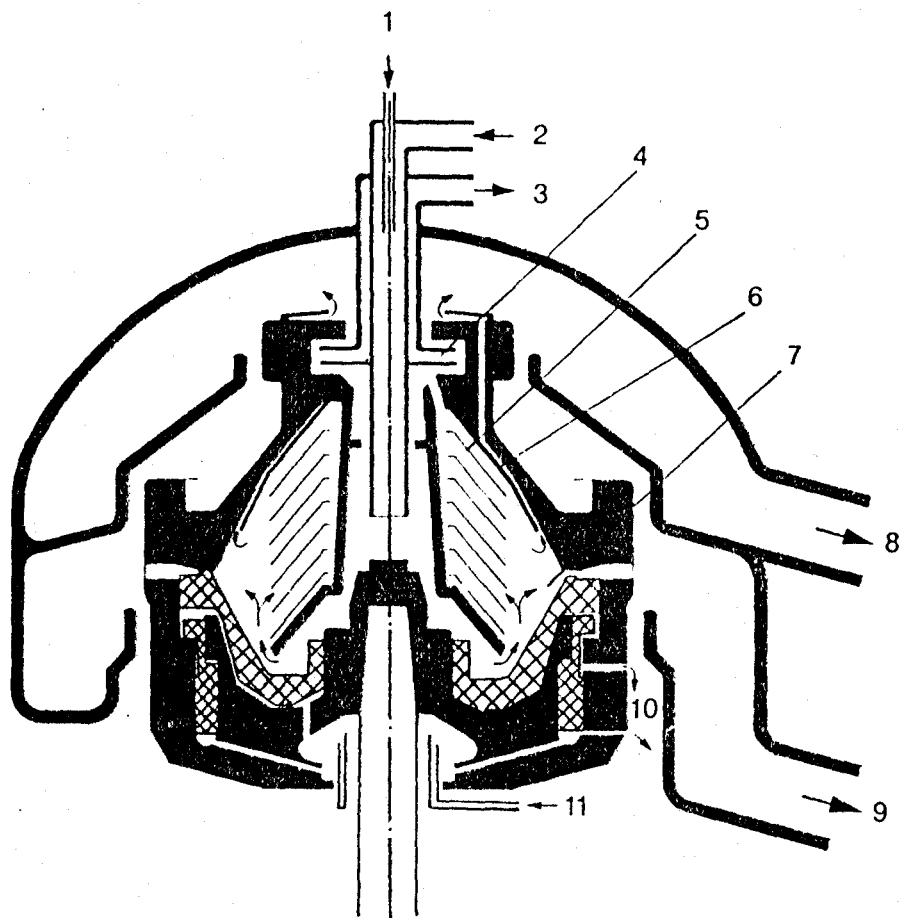
Continuous purification,  
de-watering and washing of  
mineral oils such as fuel and  
lube oils, hydraulic oils, cutting  
and cooling oils, etc.

### **Fields of application**

Mainly on board of ships,  
in power stations, rolling  
mills, engineering industry,  
automotive industry, etc.



# Operating principles and constructional features



- 1 Make-up water
- 2 Dirty oil feed
- 3 Clean oil discharge
- 4 Centripetal pump, clean oil
- 5 Disc stack
- 6 Separating disc

- 7 Solids holding space
- 8 Dirty water discharge
- 9 Solids discharge
- 10 Operating-water discharge
- 11 Operating-water feed

## Bowl

This centrifuge is equipped with a self-cleaning disc-type bowl and can be used for the clarification of liquids or separation of liquid mixtures.

Ejection of solids at full operating speed is accomplished by opening the solenoid valve in the operating water line. The bowl closes automatically.

The product enters the rotating bowl through the dirty oil feed (2) and is clarified or separated in the disc stack (5). The separated heavy liquid phase flows over the separating disc (6) and discharges from the bowl by gravity. The separated light liquid phase is discharged under pressure by the built-in centripetal pump (4). The separated solids collect in the solids holding space (7) and are periodically ejected from the bowl.

## Additional equipment (available at extra cost)

- Three-phase AC motor
- Motor control
- Control unit for automatic operation
- Single gear pump for dirty oil
- Pump connection
- Strainer or pre-strainer for dirty oil feed
- Steam-heated or electric pre-heaters for oil and water
- Heater control
- Set of tools
- Set of standard spare parts
- Set of special spare parts

## Gear pump, centripetal pump

For the supply of dirty oil, a single gear pump can be attached to the separator on request. The clean oil is discharged under pressure by centripetal pump (4).

## CENTRI-PACK Mobile separator unit

A complete, self-contained separator package unit incorporating all accessories necessary for operation can be supplied on request. CENTRI-PACK units can be installed both on board of ships and in land stations. Mobile installations are also available.

## Frame, hood and drive

The separator is of enclosed design. It meets the requirements of the various marine classification societies. The hinged hood is fitted with a pressure gauge. The discharging heavy phase can be observed through the inspection cover. The machine is driven by a three-phase AC motor. Power is transmitted to the bowl spindle by means of a centrifugal clutch and a worm wheel gear. All bearings and the gear are splash lubricated from a central oil bath.

## Materials of construction

Frame	Grey cast iron GG-25
Hood	Silimum G-Al Si 10 Mg
Bowl parts:	
Bowl top	24 Cr 5 Ni 3 Mo stainless steel
Bowl bottom	24 Cr 5 Ni 3 Mo stainless steel
Sliding piston	24 Cr 5 Ni 3 Mo stainless steel
Closing chamber bottom	24 Cr 5 Ni 3 Mo stainless steel
Annular piston	24 Cr 5 Ni 3 Mo stainless steel
Lock ring	16 Cr 5 Ni 1 Mo stainless steel
Distributor, centripetal pump	Bronze G-Cu Sn 10
Discs, regulating rings	18 Cr 8 Ni stainless steel

## Standard equipment

- Flexible rubber cushions
- Anchor bolts
- Flexible hoses and joints in feed and discharge lines
- Make-up water regulating device
- Pre-set valve with connectors
- Pressure gauge
- 1 set of regulating rings to adjust the bowl for separation or clarification